ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Relation entre les taches solaires et le magnétisme terrestre. Utilité de l'enregistrement continu des éléments variables du Soleil.* Note de M. H. **Deslandres.**

« La perturbation magnétique exceptionnelle et l'aurore boréale du 31 octobre ont ramené l'attention vers la question toujours pendante d'une action directe des taches solaires sur le magnétisme terrestre.

» La connexion des deux phénomènes solaire et terrestre, considérés dans leur ensemble, est actuellement bien établie. Les variations générales de l'aiguille aimantée (oscillation diurne de la déclinaison et de la force horizontale, nombre et intensité des orages magnétiques) sont en effet parallèles aux variations générales de la surface et de l'atmosphère solaire avec la même période de 11 années.

» Mais l'incertitude et la confusion apparaissent pour chaque orage magnétique isolé, lorsqu'on recherche le phénomène solaire, concomitant ou non, qui lui a donné naissance, ou est dû à la même cause, peut-être extérieure au Soleil.

» *Recherches antérieures.* — La série des idées et des recherches sur la question est curieuse et peut être ainsi résumée :

» Lors du grand orage magnétique de 1859, du 28 août au 4 septembre, Carrington et Hogson, avec la simple lunette, ont vu une lueur extrêmement intense et de courte durée près d'une tache. En 1872, du 3 au 5 septembre, Young, qui observait au spectroscope, a noté dans une tache au bord des déplacements extraordinaires des raies noires solaires, qui ont coïncidé avec les écarts de l'aiguille aimantée terrestre. Aussi a-t-on pensé que l'orage magnétique était dû à des perturbations exceptionnelles du

Soleil, dont le contre-coup se faisait sentir jusqu'à la Terre; l'action pouvant se transmettre à travers l'espace avec une vitesse voisine de celle de la lumière. Mais les observations analogues, ou qui ont paru analogues, faites postérieurement, n'ont pas été accompagnées d'orages magnétiques, peut-être parce que la perturbation solaire a été moins intense; car, à ces observations faites dans des conditions très différentes, il a manqué une commune mesure.

» En 1887, Marchand a posé la loi simple suivante, qui fixe sur le Soleil la position du phénomène actif: La pertubation magnétique coïncide sensiblement avec le passage d'un groupe de taches ou facules au méridien central. Ces perturbations se succèdent souvent à des intervalles qui sont des multiples de la durée de rotation ([1]).

» Au même moment Veeder invoquait, au contraire, l'influence des taches et facules du nord-est. Mais les deux auteurs reconnaissent que la grandeur des taches et facules n'est pas toujours en rapport avec l'intensité de la variation terrestre; ce qui diminue la valeur de la relation annoncée; et, à ce sujet, Hale a objecté que, à l'époque du maximum, le bord est et le méridien central présentent toujours quelques facules plus ou moins fortes.

» Cependant, la plupart des auteurs sont plutôt favorables à la thèse de Marchand, qui contient probablement au moins une partie de la vérité. Maunder, en particulier, remarque que les grands orages magnétiques du 17 novembre 1882 et du 13 février 1892 ont correspondu au passage de grandes taches au méridien central et au plus grand développement de ces taches.

» En 1900, le P. Sidgreaves, directeur de l'observatoire de Stonyhurst, compare, dans un travail d'ensemble, les observations solaires et magnétiques de Greenwich et de Stonyhurst, assurément complètes, de 1880 à 1898. Il conclut à la non-vérification des lois de Marchand et de Veeder, tout en reconnaissant la connexion générale des deux phénomènes. L'action directe de la tache ne résulte pas de l'examen des faits, à moins que les taches se divisent en taches actives et inactives, mais les données de l'observation solaire ne permettent pas de faire la distinction.

» Le P. Cortie, de Stonyhurst, arrive au même résultat pour les

---

([1]) Cette succession des orages magnétiques, réglée par la rotation du Soleil, est un fait important qui conduit à placer dans le Soleil lui-même une des causes principales du phénomène. La périodicité des orages magnétiques a été indiquée aussi par Terby.

années suivantes, de 1898 à 1902, particulièrement favorables au rapprochement des deux phénomènes à cause du petit nombre de taches et facules à une époque de minimum. Ainsi, dans les premiers mois de 1902, la seule tache de quelque importance, qui est visible du 5 au 13 mars, n'est pas accompagnée d'une variation des aimants terrestres, et le 10 mai, alors que le Soleil, depuis 7 semaines, n'offre aucune tache, les facules étant extrêmement faibles en intensité et largeur, on observe un orage magnétique assez intense (écart de la déclinaison, 38′ d'arc), aussi intense que celui du 12 octobre dernier, dont il sera question plus loin.

» Enfin, tout récemment, Lockyer a invoqué l'influence des variations de la chromosphère solaire. Les grandes perturbations magnétiques (avec écart de la déclinaison supérieure à 1°) se produisent en même temps que le maximum de fréquence des protubérances polaires (à 30° du pôle), c'est-à-dire un peu avant le maximum. Aussi admet-il la possibilité d'une action directe de ces protubérances sur les aimants terrestres.

» Les divergences et les obscurités sont donc toujours grandes dans la question qui nous occupe, et l'on est conduit à rechercher si les observations solaires, telles qu'on les fait à l'heure actuelle, sont suffisantes.

» *Observations solaires des mois d'octobre et novembre.* — Le 31 octobre, lors de l'agitation exceptionnelle des aiguilles aimantées, le Soleil offrait trois groupes principaux de taches et facules, à savoir : 1° un beau groupe au méridien central (A, lat. — 25°), déjà bien développé à la rotation précédente; 2° au bord est, un groupe de deux belles taches (B, lat. + 18°), déjà détaché du bord; 3° au bord est également, un groupe (C, lat. — 22°) en partie caché derrière le bord. De ces trois groupes, le plus important de beaucoup par l'étendue des taches et facules est le groupe (C), comme le montrent nettement les épreuves faites à Meudon les 10 octobre et 5 novembre, qui présentent les trois groupes bien visibles sur le disque, à une distance notable des bords. A noter que le 12-13 octobre, 30 heures après le passage du milieu de (C) au méridien central, l'aiguille terrestre, d'après Moureaux, a subi une perturbation (de 32′) notable, mais quatre fois plus faible que celle du 31 octobre. Au bord est, à ce moment, il y avait une seule petite tache.

» La règle de Marchand est vérifiée, comme aussi, il est vrai, dans une certaine mesure, celle de Veeder. Mais si l'on considère seulement le méridien central, ainsi que la plupart des observateurs, comment expliquer que le groupe de beaucoup le plus fort (C) corresponde à l'orage le plus petit (écart 32′)? Comment aussi concilier ces faits avec l'orage du

10 mai 1902 (écart 38′), survenu à un moment où le Soleil était sans taches, avec des facules à peine perceptibles? Évidemment l'étendue des taches et facules n'est pas en rapport avec l'intensité de la perturbation magnétique.

» Faut-il invoquer l'éclat plus grand des facules de (A), le 31 octobre, annoncé dans la dernière séance par un fervent observateur du Soleil, M. Quénisset, qui assure même les avoir photographiées sur le centre du disque. Mais l'épreuve de la surface solaire faite le même jour à Meudon avec l'appareil puissant de M. Janssen, ne montre pas ces facules, et les positifs sur verre des épreuves de M. Quénisset, que ce dernier a eu l'amabilité de m'envoyer, à mon avis, ne les montrent pas non plus. Ces facules apparaissent, il est vrai, plus vives que les autres, le 5 novembre; mais cela peut tenir seulement à ce qu'elles sont les plus voisines du bord.

» D'autre part, les épreuves de la chromosphère entière et des protubérances du bord, faites à Meudon les 31 octobre, 2, 5, 6 et 7 novembre, ne conduisent pas à d'autres résultats [1]. Les groupes (A) et (C) détachent dans la chromosphère d'énormes masses de vapeurs lumineuses; mais les vapeurs de (A) sont moins étendues que celles de (C) et n'ont pas un éclat supérieur au moins dans les quelques épreuves qui ont été faites. Si, même, une supériorité d'éclat est à noter, c'est en certains petits points du groupe (C) et le 6 novembre. Les protubérances du bord et, en particulier, les polaires n'ont rien montré qui ait paru anormal.

» Cependant les mouvements de la matière photosphérique et chromosphérique sont aussi à considérer. Or les épreuves faites à Meudon en octobre et novembre montrent les groupes (A) et (C) en variation continuelle; leurs taches changent de forme et se divisent; de même les vapeurs de la chromosphère au-dessus de ces groupes subissent des changements notables. Mais, le 31 octobre, cette agitation, qui d'ailleurs est fréquente dans les taches et autour d'elles, n'a pas été exceptionnelle, au moins sur les images que j'ai eues sous les yeux.

» La remarque précédente ne s'applique qu'aux mouvements perpendiculaires au rayon visuel; or les mouvements dans le sens du rayon visuel ou radiaux peuvent dans le cas présent avoir une influence toute spéciale.

---

(1) Les épreuves qui représentent la chromosphère moyenne ont été faites avec l'aide de M. d'Azambuja. On a fait aussi des épreuves de la chromosphère basse. D'autre part, les images de la photosphère, dont il a été question plus haut, obtenues avec l'appareil de M. Janssen, sont dues à MM. Pasteur et Coroyer.

Mais leur étude est en général négligée et l'on peut dire que, sur 100 observations du Soleil, 99 au moins se rapportent aux formes et non aux mouvements. A Meudon, il est vrai, j'ai organisé, mais pour essais seulement, des enregistreurs spéciaux de la vitesse radiale de la chromosphère. Ces appareils, qui d'ailleurs sont incomplets, ne sont pas employés tous les jours; et le 31 on n'en a pas fait usage, l'orage magnétique n'ayant été connu à l'observatoire que le soir. A ma connaissance la seule observation intéressante dans cet ordre de recherches est due à Fowler, qui le 31, vers 11^h, à Londres, a noté dans la tache (A) un fort déplacement de la raie noire C de l'hydrogène, mais cette observation a été faite 3 heures après le commencement de l'orage et a été aussitôt arrêtée par les nuages [1].

» *Insuffisance des observations actuelles du Soleil.* — Telles sont, à l'heure actuelle, les principales indications recueillies sur l'état du Soleil le 31 octobre; elles ne permettent aucune conclusion. La difficulté principale subsiste : il reste à trouver le phénomène solaire dont l'intensité soit en rapport avec l'intensité du phénomène terrestre. Faut-il admettre, comme plusieurs le proposent, d'autres causes extérieures au Soleil [2], agissant isolément ou en accord avec la perturbation solaire? Avant de s'engager dans cette voie, il convient, à mon sens, d'étudier d'abord à fond l'hypothèse plus simple qui ramène le tout au Soleil seul. Mais alors on constate que les observations solaires actuelles sont en réalité insuffisantes et incomplètes, et que notre ignorance peut tenir simplement à ce défaut.

» Les phénomènes solaires, en effet, ne sont pas relevés d'une manière continue, comme les variations magnétiques desquelles on les rapproche; de plus, notre attention ne s'est pas encore portée sur les éléments variables du Soleil qui ont peut-être l'importance la plus grande. Si la cause principale est une perturbation solaire, analogue à une explosion et très courte, elle peut échapper facilement à des observations discontinues. A Meudon, on fait seulement par jour une ou deux épreuves de la photosphère, une ou deux épreuves de la chromosphère entière et des protubérances, parfois une épreuve des vitesses radiales; les ressources en personnel et matériel ne permettent pas de faire plus.

» D'autre part, si l'on se reporte aux Mémoires sur ces questions, on constate que l'astronome, au moment de l'observation du Soleil, ignore le

---

(1) *Nature anglaise*, p. 1903, novembre.

(2) Parmi les causes extérieures au Soleil, je ne compte pas les différences d'inclinaison de l'équateur terrestre par rapport à la ligne Terre-Soleil.

plus souvent s'il y a ou non une perturbation de l'aiguille aimantée. D'où la nécessité d'organiser des avertisseurs spéciaux d'orages magnétiques, lesquels seront utiles même aux établissements munis d'enregistreurs magnétiques; car les feuilles de ces enregistreurs sont changées une fois seulement en 24 heures. Les établissements intéressés pourraient aussi s'entendre de manière à se prévenir réciproquement. Alors l'étude du Soleil serait faite le mieux possible et au moment le plus favorable.

» Déjà en 1893 (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 716), j'ai réclamé l'observation continue des éléments variables du Soleil. J'ai demandé l'enregistrement continu : 1° de la surface ou photosphère par la photographie ordinaire; 2° de la chromosphère entière, basse, moyenne et supérieure (1), avec les spectrographes enregistreurs dits *des formes*; 3° des vitesses radiales de la chromosphère avec les spectrographes enregistreurs dits *des vitesses*. Les appareils nécessaires au Soleil sont plus compliqués que les enregistreurs magnétiques; mais ils ont été déjà étudiés, et même en partie construits, à Meudon en particulier; leur succès est assuré, la dépense annuelle étant estimée à 20 000fr au plus.

» L'enregistrement devra porter surtout sur les éléments jusqu'alors négligés qui sont les vitesses radiales et la chromosphère entière supérieure non encore obtenue. Il sera possible alors de vérifier les deux théories les plus récentes sur l'action directe du Soleil, lesquelles font intervenir, l'une, les rayons cathodiques émis par la chromosphère supérieure (Deslandres), et l'autre les ions rejetés par une éruption et repoussés ensuite par le rayonnement solaire (Arrhenius) (2).

---

(1) Ainsi que je l'ai indiqué, en 1893 et 1894, on obtient la chromosphère basse en isolant, avec le spectrographe enregistreur, une raie noire du spectre solaire; pour la chromosphère moyenne, on isole la raie brillante K du calcium; pour avoir la chromosphère supérieure, il faut isoler la raie noire qui, avec une forte dispersion, apparaît au milieu de la raie brillante précédente. Hale et moi nous avons obtenu l'image de la chromosphère moyenne; jusqu'à présent, j'ai obtenu seul, en 1894, des images de la chromosphère basse. Mais la chromosphère supérieure n'a pas été encore abordée; elle exige des appareils plus compliqués. Probablement, dans la question qui nous occupe, elle a une importance toute spéciale.

(2) Les deux théories se confondent dans une certaine mesure; elles admettent des jets de particules électrisées, à peu près normaux à la surface solaire. Les particularités du phénomène (retard par rapport au passage dans le méridien central, intensités variables des orages magnétiques) sont attribuables aux écarts des jets par rapport à la normale au Soleil et aux vitesses variables des particules.

» Ces enregistreurs devront être établis sur plusieurs points éloignés du globe, pour que l'étude du Soleil soit absolument continue. De plus, les enregistreurs devront être construits sur le même type. Dans cet ordre d'idées, la Société astronomique de France a déjà, sur ma demande, réclamé à tous les observateurs des images solaires de mêmes dimensions, aussi comparables que possible. Cette question est d'ailleurs de celles qui seraient utilement soumises à un Congrès international. »

GÉOLOGIE. — *Sur la signification géologique des anomalies de la gravité.* Note de M. DE LAPPARENT.

« Je crois opportun d'appeler l'attention de l'Académie sur certaines conséquences théoriques particulièrement intéressantes, auxquelles conduit la discussion des dernières observations relatives aux variations de la pesanteur à la surface du globe.

» Depuis que les perfectionnements apportés au maniement du pendule ont permis d'imprimer une grande précision aux mesures et de les rendre tout à fait comparables, on a pu en déduire certains résultats généraux qui, jusqu'alors, ne pouvaient être présentés qu'avec grande réserve. Le plus saillant, tel qu'il a été formulé lors du dernier Congrès géodésique international, serait le suivant : *La pesanteur paraît être en excès sensible sur les mers, tandis qu'elle est en déficit sur les continents.*

» De cette loi, acceptée comme un fait d'expérience, on a tiré diverses conséquences relativement à la constitution de l'écorce terrestre. Je rappellerai seulement l'hypothèse de M. Faye, que j'ai combattue en son temps, sur l'excès de densité qu'aurait communiqué, à la partie sous-marine de l'écorce, le contact prolongé des eaux froides qui occupent généralement le fond des mers.

» Récemment, M. Ricco, directeur de l'observatoire de Catane, a publié une Note importante [1] sur le résultat des études auxquelles il s'était livré relativement aux anomalies de la gravité dans le sud de l'Italie et la Sicile.

» Il résulte de ces recherches que l'anomalie de la pesanteur, nulle ou presque nulle, soit au sommet de l'Etna, soit sur la chaîne des Apennins au nord de Naples, augmente constamment quand on descend vers le rivage,

---

[1] *Riassunto delle determinazioni di gravita, etc.* (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, t. XII, p. 483, 21 juin 1903).

mais pas d'une manière uniforme. Les plus fortes valeurs de cette anomalie sont, en unités décimales du cinquième ordre (la valeur de l'accélération étant donnée en mètres), 182 au Stromboli, 151 à Lipari ainsi qu'à Pizzo (Calabre), 174 à Augusta (entre Syracuse et Catane), 114 à Castellamare di Stabbia, devant Naples.

» En traçant, à l'aide des observations faites en 43 stations, les courbes isanomales, M. Ricco a reconnu qu'elles se conformaient exactement, d'un côté, au contour de la mer Tyrrhénienne, de l'autre à celui de la mer Ionienne, et que, de plus, les régions sur lesquelles les courbes étaient le plus serrées coïncidaient justement avec celles que la statistique des observations sismiques désigne comme étant les plus sujettes aux tremblements de terre; par exemple, le pays compris entre le sommet de l'Etna et Catane. D'autre part, si de l'Etna on se dirige au sud-ouest, vers Pantelleria, il faut, pour passer de 0 à 140, faire 10 fois plus de chemin que dans la direction du sud-est.

» La signification de ces résultats se précise, lorsqu'on les rapproche de ce que nous enseignent les cartes hydrographiques. En effet, on constate que, sur tout son pourtour, la profondeur de la mer Tyrrhénienne passe très vite de 0^m à 3000^m, pour atteindre 3731^m dans le fond de la fosse dont l'Italie, la Sicile et la Sardaigne définissent le périmètre. Non moins rapide est la descente de la côte sicilienne à la fosse ionienne, dont le fond atteint 3968^m.

» On sait d'ailleurs que l'eau qui garnit ces fosses se maintient à une température constante de 13°, d'où il suit qu'aucune cause de refroidissement superficiel n'a pu y augmenter la densité de l'écorce.

» Ce n'est donc pas parce qu'on passe du domaine terrestre au domaine maritime que l'anomalie s'accroît. C'est parce qu'on se trouve *sur une région particulière de dislocation*, au contact de deux compartiments, dont l'un s'affaisse et, par conséquent, doit se comprimer en s'écrasant, tandis que l'autre, ou bien demeure stable, ou s'élève; auquel cas il y a des chances pour qu'il s'y produise des vides, susceptibles de se traduire par une anomalie négative.

» Dès lors il devient probable que le fait général d'un excès de pesanteur sur les mers doit tenir à quelque cause de ce genre. En effet, les observations qui ont surtout servi a l'établir sont celles qu'on a faites sur les îles du Pacifique occidental, en particulier sur la fameuse île Bonin, située à grande distance de la côte Asiatique, sur la traînée d'îlots qui réunit le Japon aux îles Mariannes, et où l'anomalie positive dépasse 267 unités de

cinquième ordre. Or, cette traînée est justement bordée par deux grandes fosses sous-marines, dont celle de l'est offre rapidement des fonds supérieurs à 6000^m. Il est donc légitime de penser que, dans ce cas, ce n'est pas le voisinage de la mer, en tant que mer, mais celui de la fosse exceptionnelle, qui se traduit par l'augmentation de la constante de la gravité.

» L'hypothèse que nous formulons ici reçoit, ce nous semble, une grande force des constatations récemment faites sur l'océan Atlantique. Sur l'initiative de M. Helmert, et moyennant un subside de l'Association géodésique internationale, M. Hecker (1) a poursuivi, durant un voyage entre Hambourg et Rio-Janeiro, une série de déterminations de la pesanteur à l'aide de la méthode proposée par M. Guillaume, et rendue pratique par M. Mohn, méthode qui consiste à combiner les indications du baromètre avec celles de l'hypsomètre, ou appareil pour mesurer la température d'ébullition de l'eau. Favorisé par un temps calme, M. Hecker a pu effectuer, à bord du navire, des mesures très précises, et, à la grande surprise de ceux qui s'attendaient à rencontrer un excès de pesanteur sur la mer, il a constaté que, *sur toute l'étendue comprise entre Lisbonne et Bahia, par des profondeurs allant à* 3800^m, *parfois à* 4500^m, *la valeur de la gravité est absolument normale et telle qu'elle devrait être, à latitude égale, pour la terre ferme au niveau de la mer.*

» On ne saurait souhaiter une vérification plus complète de notre prévision. En effet, à l'inverse du Pacifique occidental, le fond de l'Atlantique, entre Lisbonne et Bahia, affecte une allure très régulière. Les profondeurs y varient graduellement. Nulle part, sur ce parcours, on ne rencontre ni ne côtoie de fosses indiquant de grands effondrements.

» Même la vérification est encore plus complète qu'on ne se le figurerait d'après le résultat général énoncé par M. Hecker. En effet, si l'on consulte, dans le Mémoire de ce savant, le Tableau résumé des anomalies moyennes par sections de la traversée, on reconnaît que, au milieu de chiffres en général minimes, dont beaucoup n'atteignent pas 10 unités du cinquième ordre, il se manifeste trois maxima principaux, égaux respectivement à + 146, + 58 et + 114 unités de cet ordre. Or le premier maximum coïncide avec le passage brusque du banc de Gettysburg aux grandes profondeurs qui précèdent les îles Canaries; le deuxième marque la chute

(1) Helmert, *Sitzungsberichte der k. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, t. VIII, 1902, p. 126. — Hecker, *Veröffentlichung des k. preuss. geodät. Institutes*, 1903.

rapide qui a lieu entre l'îlot de Saint-Paul et l'équateur. Enfin, le troisième répond au brusque relèvement du fond aux approches du cap brésilien de Saint-Roch.

» Il y a mieux : de Hambourg jusqu'au large de la Bretagne, de la mer du Nord et la Manche, l'écart de la gravité n'avait été que de — 15 unités ; en passant sur le talus sous-marin très raide qui précède la fosse de Biscaye, l'anomalie, toujours négative, s'est élevée à — 177. Redevenue presque nulle le long du Portugal, elle a passé brusquement à + 152 devant l'embouchure du Tage, c'est-à-dire à proximité d'une fosse atlantique de 5000^m.

» En définitive, la campagne atlantique de M. Hecker me semble apporter une brillante confirmation des rapprochements établis par M. Ricco, et cette confirmation a d'autant plus de prix qu'elle est spontanée, M. Hecker ne paraissant pas avoir soupçonné la raison des écarts qu'il enregistrait.

» Ajoutons que, lors de la mémorable campagne du *Fram*, Nansen a exécuté, sur la mer gelée et en repos, des mesures pendulaires, desquelles il résultait que, dans les parages arctiques, la gravité n'offrait aucune anomalie. Enfin je rappellerai que, lors du Congrès géodésique international, il a été établi que, la valeur de la gravité paraissant normale sur les côtes de la mer du Nord, celles de la Méditerranée présentaient en moyenne une anomalie positive sensible, égale à 29 unités du cinquième ordre. Or la mer du Nord, dont la profondeur est très faible, ne porte aucune trace de dislocations, tandis que la Méditerranée est partagée, comme on sait, en une série de cuvettes indépendantes, qui sont de véritables abîmes : fosse ionienne, fosse tyrrhénienne, fosse des Baléares, fosse adriatique, fosse de Malte, etc. La première mer est un bassin d'érosion ; la seconde un bassin de dislocations.

» Il convient aussi d'insister sur ce fait que le plus grand déficit de pesanteur qui ait été enregistré, et qui se traduit, sur l'accélération due à la gravité, par une diminution de *cinq millimètres*, se produit sur l'Himalaya, c'est-à-dire le plus saillant de tous les bourrelets de dislocation de notre globe.

» Je crois donc qu'il est permis, jusqu'à nouvel ordre, de prétendre que, la mer d'un côté, les continents de l'autre, n'interviennent dans les variations de la pesanteur que là où une dislocation met en contact un compartiment qui s'écrase et un autre qui reste fixe ou se relève. A ce point de vue, il me paraît qu'il y aurait grand profit à tirer d'une étude systématique, entreprise avec des pendules perfectionnés, tels que celui du colo-

nel Defforges, et portant de préférence sur les régions de la Terre affectées de brusques dislocations. Par exemple, il est vraisemblable qu'on trouverait un *gradient* très accentué, c'est-à-dire un rapprochement marqué des courbes isanomales, en même temps qu'une grande marge de variations, en expérimentant sur tout le versant méridional des monts Célestes de l'Asie, où des cimes de 6000^m d'altitude font directement face à des dépressions qui vont, comme celle de Liouktchoun, jusqu'à descendre au-dessous du niveau de la mer; ou encore sur la pente méridionale des Alpes, en descendant vers le Piémont. De la même façon, la comparaison des chiffres trouvés sur les îles du Pacifique, selon qu'elles seraient plus ou moins voisines des fosses rapidement approfondies, soumettrait l'hypothèse à un contrôle décisif.

» On peut ajouter que, même dans les contrées où la surface ne laisse rien voir, la constatation des anomalies de la gravité, s'il s'en produisait, deviendrait un moyen de diagnostiquer des dislocations cachées en profondeur. Enfin la relation des régions sismiques avec les rapides variations de l'anomalie montre qu'un tel genre d'études serait éminemment propre à faire connaître celles des contrées de notre globe qui peuvent avoir le plus à compter avec le danger des tremblements de terre.

» Pour toutes ces raisons, nous nous permettons de recommander la poursuite de ces études systématiques à tous les géodésiens, non plus seulement à cause de leur importance au regard de la physique du globe, mais en raison du grand secours qu'elles peuvent apporter à la connaissance des parties invisibles de l'écorce terrestre. »

PHYSIQUE. — *Sur le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur l'œil par un faisceau de lumière, lorsque ce faisceau est accompagné de rayons n.* Note de M. R. **Blondlot**.

« En étudiant l'emmagasinement des rayons *n* par différents corps, j'ai eu l'occasion d'observer un phénomène inattendu. J'avais les yeux fixés sur une petite bande de papier faiblement éclairée, éloignée de moi d'environ 1^m; une brique, dont l'une des faces avait été insolée, ayant été approchée latéralement du faisceau lumineux, la face insolée tournée vers moi et à quelques diamètres de mes yeux, je vis la bande de papier prendre un plus grand éclat; lorsque j'éloignais la brique, ou lorsque je tournais vers moi la face non insolée, le papier s'assombrissait. Afin d'écarter toute

possibilité d'illusion, je disposai à demeure une boîte fermée par un couvercle et revêtue de papier noir : c'est dans cette boîte complètement close que l'on plaçait la brique, et, de cette façon, le fond obscur sur lequel la bande de papier se détachait demeurait rigoureusement invariable ; l'effet observé resta le même. L'expérience peut être variée de différentes manières : par exemple, les volets du laboratoire étant presque clos et le cadran de l'horloge fixée au mur assez faiblement éclairé pour que, à la distance de 4^{m}, on l'entrevoie tout juste sous la forme d'une tache grise sans contours arrêtés, si l'observateur, sans changer de place, vient à diriger vers ses yeux les rayons *n* émis par une brique ou un caillou préalablement insolés, il voit le cadran blanchir, distingue nettement son contour circulaire, et peut même parvenir à voir les aiguilles; lorsque l'on supprime les rayons *n*, le cadran s'assombrit de nouveau. Ni la production ni la cessation de ce phénomène ne sont instantanées.

» Comme, dans ces expériences, l'objet lumineux est placé très loin de la source de rayons *n*, et comme d'ailleurs, pour que l'expérience réussisse, il faut que ces rayons soient dirigés, non vers cet objet, mais vers l'œil, il s'ensuit qu'il ne s'agit pas ici d'une augmentation de l'émission d'un corps lumineux sous l'influence des rayons *n*, mais bien du renforcement de l'action reçue par l'œil, renforcement dû aux rayons *n* qui se joignent aux rayons de lumière.

» Ce fait m'étonna d'autant plus que, comme la moindre couche d'eau arrête les rayons *n*, il semblait invraisemblable qu'ils pussent pénétrer dans l'œil, dont les humeurs renferment plus de 98,6 pour 100 d'eau (Lohmeyer) : il fallait que la petite quantité de sels contenue dans ces humeurs les rendît transparentes pour les rayons *n*. Mais alors de l'eau salée devait, selon toute probabilité, être elle-même transparente ; l'expérience prouve qu'elle l'est en effet : tandis qu'une feuille de papier mouillé arrête totalement les rayons *n*, l'interposition d'un vase en verre de Bohême de 4^{cm} de diamètre, rempli d'eau salée, les laisse passer sans affaiblissement sensible. Une très faible quantité de chlorure de sodium suffit pour rendre l'eau transparente.

» Il y a plus : l'eau salée emmagasine les rayons *n*, et, dans les expériences décrites plus haut, on peut remplacer la brique par un vase en verre mince, rempli d'eau salée, et préalablement insolé : l'effet est très marqué. Il est bien dû à l'eau salée, car le vase vide n'en produit aucune. C'est là un exemple unique d'un phénomène de phosphorescence dans un corps liquide ; il est vrai que les longueurs d'onde des rayons *n* sont très

différentes de celles des rayons lumineux, ainsi qu'il résulte de mesures que je compte décrire incessamment.

» Un œil d'un bœuf tué de la veille, débarrassé de ses muscles et des tissus adhérents à la sclérotique, se montra transparent pour les rayons *n* dans toutes les directions, et devenait lui-même actif par l'insolation; c'est l'emmagasinement des rayons *n* par les milieux de l'œil qui est la cause des retards observés tant à l'établissement qu'à la cessation des phénomènes qui font l'objet de la présente Note.

» L'eau de la mer et les pierres exposées au rayonnement solaire emmagasinent des rayons *n* qu'elles restituent ensuite. Il est possible que ces actions jouent dans certains phénomènes terrestres un rôle resté jusqu'ici inaperçu. Peut-être aussi les rayons *n* ne sont-ils pas sans influence sur certains phénomènes de la vie animale ou végétale.

» Voici encore quelques observations relatives au renforcement des rayons lumineux par les rayons *n*.

» Il suffit, pour que ce phénomène se produise, que les rayons *n* atteignent l'œil n'importe comment, même latéralement; ceci semble indiquer que l'œil de l'observateur se comporte comme un accumulateur de rayons *n*, et que ce sont les rayons accumulés dans les milieux de l'œil qui viennent agir sur la rétine conjointement avec les rayons lumineux.

» Il importe peu dans ces expériences que les rayons *n* soient émis par un corps préalablement insolé, ou que ce soient des rayons primaires, produits par exemple par une lampe Nernst.

» L'hyposulfite de soude, soit à l'état solide, soit dissous dans l'eau, constitue un puissant accumulateur de rayons *n*. »

M. **Alfred Picard** fait hommage à l'Académie des Tomes VI et VII de son Rapport général administratif et technique sur l'Exposition universelle internationale de 1900. Ils sont spécialement consacrés aux congrès, aux concours d'exercices physiques, aux cérémonies et fêtes, au mouvement et au transport des visiteurs, à divers services, aux concessions, à la liquidation et au bilan de l'Exposition.

« Trois Chapitres méritent d'être signalés à la bienveillante attention de l'Académie : celui des Congrès, celui des Concours d'exercices physiques et celui de la Plate-forme mobile électrique établie pour le transport des visiteurs dans l'enceinte urbaine.

» Les *Congrès*, au nombre de 127, avaient réuni 70 000 adhérents,

parmi lesquels beaucoup plus d'étrangers que par le passé. Ils ont eu un très vif succès, dont une large part revient aux membres de l'Académie des Sciences, appelés à en diriger, soit la préparation, soit les débats. De ces Congrès sont sortis un échange d'idées sans précédent, une enquête précieuse sur les diverses branches de l'activité humaine, un véritable inventaire des connaissances au sujet d'une multitude de questions, une énorme accumulation de matériaux et de documents, des accords de la plus haute utilité au sujet de certaines recherches et de certaines études. Dix d'entre eux ont abouti à des unions internationales. Le souvenir de ces belles manifestations est fixé, non seulement par des comptes rendus sommaires et détaillés, mais aussi par des Ouvrages de grande valeur publiés à leur occasion et concernant la Physique, la Médecine, l'Hygiène parisienne.

» Dans l'organisation des *Concours d'exercices physiques*, l'Administration devait nécessairement penser aux enseignements scientifiques qu'ils étaient susceptibles de fournir. M. Marey, avec son obligeance inlassable et son absolu dévoûment à la chose publique, a bien voulu accepter la présidence d'une commission d'hygiène et de physiologie appelée à les suivre; ses remarquables études chronophotographiques ont éclairé d'un jour nouveau l'action musculaire, les mouvements qui en dérivent, le mécanisme et la vitesse de ces mouvements.

» La *Plate-forme mobile électrique* pour le transport des voyageurs dans l'enceinte urbaine a été l'une des curiosités de l'Exposition et justifie, par suite, quelques indications. On sait que, généralement, les engins de transport fonctionnent par intermittence. Cependant, l'idée d'engins continus et ses applications aux marchandises remontent à une époque fort lointaine, du moins pour les parcours de faible étendue : il suffit de citer les courroies sans fin, les chaînes à godets, les norias. En ce qui concerne les voyageurs, la conception, si séduisante fût-elle, n'a pris corps qu'assez récemment et s'est traduite sous deux formes : les plans inclinés mobiles remplaçant les escaliers et les planchers roulants horizontaux ou à inclinaison peu accentuée. Plans inclinés mobiles et planchers roulants ont un trait commun, la continuité dans le temps, qui permet aux passagers de les utiliser à un instant quelconque sans délai d'attente. A la continuité dans le temps, les planchers roulants peuvent ajouter la continuité dans l'espace, c'est-à-dire la faculté d'embarquement et de débarquement en un point quelconque du parcours, s'ils se développent au niveau du sol, ou, tout au moins, la multiplicité des points de montée et de descente s'ils passent

au-dessus ou au-dessous du terrain naturel. Ils présentent une merveilleuse capacité de trafic.

» C'est de 1880 que date le premier brevet. Deux applications ont eu lieu à Chicago, en 1893 et à Berlin, en 1896. Mais elles étaient d'importance tout à fait secondaire relativement à celle de 1900.

» Telle qu'elle a été exécutée à Paris, la plate-forme mobile électrique comprenait un trottoir fixe et deux trottoirs mobiles contigus qui se déplaçaient parallèlement au premier avec des vitesses respectives de 1^m et 2^m environ par seconde. Les voyageurs accédaient du trottoir fixe au trottoir à faible vitesse, puis au trottoir à grande vitesse, ou inversement.

» Chacun des trottoirs mobiles se composait d'une chaîne de trucks, les uns convexes, les autres concaves, qui alternaient un par un, s'emboîtaient réciproquement, étaient réunis par des chevilles ouvrières et formaient un ensemble assez souple pour passer dans des courbes de faible rayon.

» Sous les châssis et suivant leur axe longitudinal était fixée une poutre en forme de rail renversé, faite de tronçons articulés. Cette poutre reposait sur des galets à axe fixe, moteurs ou porteurs. Les galets moteurs recevaient le mouvement de 172 treuils électriques d'une force de 5^{chx}. Des roues adaptées aux trucks convexes roulaient sur des rails-guides.

» La rotation des galets moteurs entraînait par adhérence la poutre axiale et les trucks. C'était le principe des chemins de fer, mais inversé.

» Au total, la plate-forme développait 3370^m; le rayon minimum des courbes était de 50^m et la déclivité maximum de 0,00375. La charge morte atteignait 1800 tonnes; la surcharge pouvait s'élever approximativement au même chiffre.

» L'alimentation se faisait par du courant triphasé à 5000 volts et 25 périodes par seconde, transformé en courant continu à 500 volts.

» Au début, le démarrage a exigé 2600 ampères et la marche 800 ampères. Cette dernière dépense s'est progressivement abaissée à 310 ampères.

» Pendant les 212 jours de fonctionnement, il n'y a eu pour ainsi dire ni accident ni incident sérieux. Des statistiques précises ont donné : pour le parcours du trottoir à grande vitesse, 19000^{km}; pour le nombre total des passagers, 6654000; pour le maximum journalier de la circulation, 120000 voyageurs. »

ASTRONOMIE. — *Présentation du Tome X des « Annales de l'observatoire de Bordeaux »*. Note de M. **Lœwy**.

« Le Tome X des *Annales de l'observatoire de Bordeaux*, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, renferme : un Mémoire de M. A. Féraud sur la convergence des coefficients du développement de la fonction perturbatrice; la suite des recherches de M. G. Rayet sur le climat de Bordeaux pendant les dix années 1891 à 1900; la série des observations méridiennes, équatoriales, météorologiques et magnétiques des années 1894 et 1895.

» Le travail de M. A. Féraud est la continuation de ceux qu'il a publiés dans le Tome VIII des *Annales de Bordeaux*. Dans le Mémoire actuel il recherche la limite de convergence des coefficients de la fonction perturbatrice dans les deux cas suivants : 1° L'une des orbites est circulaire, l'autre elliptique et le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds; trente-quatre petites planètes remplissent sensiblement ces conditions; 2° L'une des orbites est circulaire et l'autre elliptique et le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire à la ligne des nœuds; le nombre des planètes pour lesquelles ces conditions sont approximativement réalisées n'est pas moindre de soixante et une. Pour trois des planètes de ce dernier groupe les développements en $\sin^2\frac{J}{2}$ et $\cos^2\frac{J}{2}$, déjà employés par Tisserand pour Pallas, sont d'ailleurs les seuls possibles : c'est une recherche d'une importante actualité.

» Le Mémoire de M. G. Rayet est la suite de ses travaux sur le climat de Bordeaux; il y compare le climat de 1891 à 1900 avec les données relatives aux années antérieures. Cette comparaison démontre qu'il y a, dans le climat de Bordeaux, une stabilité relative tenant à ce que le golfe de Gascogne n'est pas directement intéressé par les grandes tempêtes d'équinoxe qui sévissent surtout sur la Manche et la mer du Nord.

» Les observations astronomiques sont publiées sous la forme ordinaire. Le Volume actuel renferme notamment 5354 observations méridiennes effectuées dans les années 1894 et 1895, et qui ont eu pour principal objet la revision des positions des étoiles du *Catalogue d'Argelander-Œltzen*, comprises entre 15° et 20° de déclinaison australe.

» L'ensemble des matières contenues dans le Tome X des *Annales de*

l'observatoire de Bordeaux fait preuve de l'activité féconde et variée de cet établissement scientifique. »

M. ADOLPHE CARNOT fait hommage à l'Académie du Tome II de son *Traité d'analyse des substances minérales*. Il ajoute :

« Le premier Volume de cet Ouvrage a été consacré à l'exposition des différentes méthodes appliquées à l'examen qualitatif et à l'analyse quantitative des substances minérales.

» Le Tome II comprend l'étude analytique des éléments appelés *métalloïdes*, par opposition aux métaux qui seront étudiés dans la suite.

» J'ai cru devoir élargir un peu la catégorie assez élastique des métalloïdes, pour y faire entrer, à côté des éléments qui sont ainsi désignés depuis longtemps et de ceux de découverte récente qui leur sont entièrement semblables, plusieurs éléments rares, que leurs propriétés et celles de leurs principaux composés rapprochent incontestablement des métalloïdes classiques. Tels le germanium, le titane, le tantale, le niobium, le tungstène, le molybdène, le vanadium.

» L'introduction de faibles quantités de ces éléments dans les métaux, notamment dans le fer, en modifie profondément les qualités, aussi bien que l'introduction du carbone, du silicium, du soufre, du phosphore. Il était donc intéressant de faire passer leur étude avant celle des aciers, où l'on peut avoir à les reconnaître et à les doser.

» L'étude de chaque élément forme un Chapitre distinct, où sont exposés : son état naturel, ses propriétés et celles de ses principaux composés, leurs caractères distinctifs, les procédés de recherche qualitative et les méthodes de dosage, ainsi que les méthodes de séparation entre l'élément en question et les éléments précédemment étudiés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, dans la Section de Géographie et Navigation, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *de Bussy*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Émile Bertin	obtient	49	suffrages
M. Ch. Lallemand	»	3	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Émile Bertin**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la chaire d'Histoire générale des Sciences, actuellement vacante au Collège de France.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, trois Membres des Sections de Sciences physiques et le Président en exercice.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. **Jordan**, **Mascart**, **Darboux**;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. **Berthelot**, **de Lapparent**, **Perrier**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage ayant pour titre : « Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par *Albert Ier*, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. *Jules Richard*. Fascicule XXIII : Bryozoaires provenant des campagnes de l'*Hirondelle* (1886-1888), par *Jules Jullien* et *Louis Calvet;* Fascicule XXIV : Recherches sur l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme, par *Gabriel Bertrand*. »

2° La deuxième édition des « Nouveaux éléments de Géométrie » de M. *Charles Méray*.

3° Un Ouvrage intitulé : « La Mécanique, exposé historique et critique

de son développement », par M. *Ernst Mach*; traduction française par M. *É. Bertrand*. (Présenté par M. Émile Picard.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations fonctionnelles et la théorie des séries divergentes*. Note de M. L. **Fejer**, présentée par M. Ém. Picard.

« La théorie des séries divergentes peut être utile dans la résolution de quelques *équations fonctionnelles* classiques; c'est ce que nous nous proposons de montrer,

» 1. Prenons l'équation

$$\psi_k(x+1)+\psi_k(x)=x^k. \tag{1}$$

Il est bien naturel de partir de la série

$$x^k-(x+1)^k+(x+2)^k-\ldots$$

qui satisfait formellement à (1). Elle est divergente pour toutes valeurs de x, mais *sommable dans le sens de M. Borel, et la somme (un polynome de degré k) satisfait à l'équation* (1). En effet, l'intégrale

$$\int_0^\infty e^{-z}\left[\sum_{n=0}^\infty \frac{(-1)^n(x+n)^k z^n}{n!}\right]dz=\int_{-\infty}^0 e^z\left[\sum_{n=0}^\infty \frac{(x+n)^k z^n}{n!}\right]dz$$

a un sens quel que soit x. Pour le montrer, remarquons que

$$\sum_{n=0}^\infty \frac{(x+n)^k z^n}{n!}=\sum_{\nu=0}^k \binom{k}{\nu}\lambda_\nu(z)x^{(k-\nu)},$$

où les fonctions $\lambda_\nu(z)$ $(\nu=0,1,2,\ldots)$ se déterminent par la relation récurrente

$$\lambda_0(z)=e^z,\qquad \lambda_\nu(z)=z\frac{d\lambda_{\nu-1}(z)}{dz}\qquad (\nu=1,2,3,\ldots,\infty), \tag{2}$$

et, par suite,

$$\lambda_\nu(z)=e^z p_\nu(z),$$

$p_\nu(z)$ désignant un polynome de degré ν. La convergence est donc prouvée. Si l'on pose

$$C_\nu=\int_{-\infty}^0 e^z\lambda_\nu(z)\,dz\qquad (\nu=0,1,2,3,\ldots), \tag{3}$$

on obtient

(4) $$\psi_k(x) = \sum_{\nu=0}^{k} \binom{k}{\nu} C_\nu x^{(k-\nu)}.$$

» On voit aussi facilement, *a priori* [c'est-à-dire sans employer la forme (4)], que $\psi_k(x)$ est vraiment une solution de (1). Les nombres rationnels C_ν, analogues aux nombres de Bernoulli, se déterminent aussi d'une autre façon.

» Cherchons d'abord la fonction génératrice $\Phi(z, t)$ des fonctions $\lambda_\nu(z)$; Φ satisfait, par suite de (2), à l'équation

$$z\frac{\partial \Phi}{\partial z} = \frac{\partial \Phi}{\partial t}$$

avec la condition intiale $\Phi(z, 0) = e^z$. On trouve par intégration

$$\Phi(z, t) = e^{ze^t}.$$

Donc

(5) $$\int_{-\infty}^{0} e^z e^{ze^t}\, dz = \frac{1}{e^t + 1} = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{C_\nu}{\nu!} t^\nu.$$

Les premiers C_ν ont pour valeur

$$C_1 = -\frac{1}{4}, \quad C_3 = \frac{1}{8}, \quad C_5 = -\frac{1}{4}, \quad C_7 = \frac{17}{16}, \quad C_9 = -\frac{31}{4}, \quad C_{11} = \frac{691}{8}, \quad \ldots,$$
$$C_0 = \frac{1}{2}, \qquad C_{2\nu} = 0 \qquad (\nu = 1, 2, 3, \ldots).$$

Comme il n'existe qu'un seul polynome satisfaisant à (1), les

$$\psi_k(x) \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots)$$

coïncident nécessairement avec les polynomes définis par la fonction génératrice $\frac{e^{xt}}{e^t + 1}$, dont certaines propriétés et applications intéressantes ont été données par Hermite (*Journal de Crelle*, t. 116).

» 2. Cherchons la solution de l'équation fonctionnelle

(6) $$f(x+1) - f(x) = \frac{1}{1+x}.$$

En désignant par $\varphi_n(x)$ $(n = 0, 1, 2, \ldots)$ les polynomes de Bernoulli, la série

(7) $$\varphi_0(x) - \varphi_1(x) + \varphi_2(x) - \ldots$$

satisfait formellement à (6). Elle est divergente pour toute valeur de x (excepté $x = 0$). Mais *l'intégrale de M. Le Roy* (*Annales de Toulouse*, 1900) *qui correspond à la série* (7)

$$G(x, t) = \int_0^\infty e^{-z} \frac{e^{-xz^t} - 1}{e^{z^t} - 1} dz \qquad (0 < t < 1)$$

est une fonction entière de x, et la limite $\lim_{t=1} G(x, t)$ existe pour toute valeur de x, excepté les valeurs réelles négatives plus petites que -1.

» On voit facilement *a priori* que cette limite $f(x)$ satisfait à (6). Mais $\frac{\Gamma'(x+1)}{\Gamma(x+1)}$ est aussi une solution de (6). Donc $f(x) - \frac{\Gamma'(x+1)}{\Gamma(x+1)}$ doit être une fonction ayant pour période *un*. Mais elle est précisément constante. On a donc, au point de vue des séries divergentes,

$$\frac{\Gamma'(x+1)}{\Gamma(x+1)} + c = \varphi_0(x) - \varphi_1(x) + \varphi_2(x) - \ldots$$

$$c = \lim_{\varepsilon=0} \left(\int_0^{1-\varepsilon} \frac{dx}{\log x} - \log \varepsilon \right).$$

» Remarquons que l'on peut résoudre de la même manière l'équation

$$f(x-1) - f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n,$$

dans certains cas intéressants, considérés par M. Le Roy dans le Mémoire cité, par exemple si a_n a la forme

$$a_n = \int_0^1 \varphi(x)\, x^n\, dx.$$

On pourra aussi comparer à la belle solution de M. Hurwitz (*Acta mathematica*, t. XX). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système de trois fonctions de variables réelles*. Note de M. **D. Pompeiu**.

« Considérons une fonction analytique

$$f(z) = p(x, y) + iq(x, y) \qquad (z = x + iy),$$

et développons, autour d'un point régulier $z_0 = x_0 + iy_0$, chacune des

fonctions p et q en série de Taylor

$$(1) \qquad p(x, y) = \sum_0^\infty \lambda_n, \qquad q(x, y) = \sum^\infty \mu_n,$$

les λ_n et μ_n étant des polynomes homogènes.

» On sait que

$$\lambda_n^2 + \mu_n^2 = M_n^2[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2]^n,$$

les M_n ne dépendant que du point (x_0, y_0), d'où l'on conclut que l'ensemble des deux développements (1) converge dans un cercle ayant le point (x_0, y_0) pour centre : c'est le *cercle de convergence* de $f(z)$ au point z_0.

» On peut se demander si cette propriété des fonctions analytiques pourrait être généralisée. D'une façon précise, la question peut être posée de la manière suivante :

» Trouver un système de trois fonctions u, v, w des variables réelles x, y, z tel qu'en développant chacune de ces fonctions, autour d'un point régulier (x_0, y_0, z_0), en série de Taylor

$$(2) \qquad u = \sum \varphi_m, \qquad v = \sum \psi_m, \qquad w = \sum \chi_m,$$

on ait

$$(3) \qquad \varphi_m^2 + \psi_m^2 + \chi_m^2 = H_m^2[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2]^m,$$

les φ_m, ψ_m, χ_m étant des polynomes homogènes de degré m et les H_m ne dépendant que du point (x_0, y_0, z_0). Il s'ensuivrait que le système (2) converge dans une sphère qui serait, dans l'espace, l'analogue du cercle de convergence des fonctions analytiques.

» La recherche des fonctions u, v, w peut être faite d'une façon régulière.

» En prenant dans les développements (2) les termes de premier degré, et tenant compte de la condition (3), on obtient le système d'équations que voici :

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \ldots = H_1^2,$$

$$\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial w}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial w}{\partial z} = 0,$$

$$\frac{\partial u}{\partial z}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial z}\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z}\frac{\partial w}{\partial x} = 0.$$

» Or, il résulte d'une Note de Liouville, à la *Géométrie de Monge*, que la solution la plus générale du système précédent est donnée par les trois fonctions suivantes :

$$(4)\quad \begin{cases} u(x, y, z) = \dfrac{A(x-a)+B(y-b)+C(z-c)}{(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2}, \\ v(x, y, z) = \dfrac{A'(x-a)+B'(y-b)+C'(z-c)}{(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2}, \\ w(x, y, z) = \dfrac{A''(x-a)+B''(y-b)+C''(z-c)}{(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2}, \end{cases}$$

dans lesquelles les A, B, C, A′, ..., C″ sont, à un facteur constant près, les neuf coefficients d'une substitution orthogonale.

» Les fonctions u, v, w étant ainsi définies, j'ai démontré que la condition (3) est vérifiée pour toute valeur de l'indice m.

» Il résulte qu'en développant en série de Taylor, autour d'un point régulier, chacune des fonctions u, v, w, le système de ces trois développements admet comme domaine de convergence une sphère.

» Le système (4) est le plus général qui réponde à la question. »

AVIATION. — *Sur la possibilité de soutenir en l'air un appareil volant du genre hélicoptère en employant les moteurs à explosion dans leur état actuel de légèreté*. Note de M. **Charles Renard**, présentée par M. Maurice Levy.

« La *sustentation permanente* d'un appareil plus lourd que l'air au moyen des hélices et des moteurs thermiques, pratiquement impossible avec des moteurs pesant 10^{kg} par cheval, commence à être réalisable avec les moteurs actuels dont le poids est descendu à 5^{kg} par cheval, et même à un chiffre inférieur. Elle deviendra très facile avec des moteurs pesant $2^{kg},500$ par cheval, réalisables aujourd'hui.

» Mais il faut pour cela employer des hélices d'un poids très réduit. Nous avons exécuté, à l'établissement de Chalais, au moyen d'une machine spéciale, de nombreuses expériences sur les hélices sustentatrices et nous avons trouvé un type d'hélice qui permettra, quand on le voudra, d'enlever un appareil de 5^{chx} avec un excédent de force ascensionnelle de 8^{kg} à 10^{kg}.

» Les propriétés de ces hélices sont résumées dans les formules suivantes :

» Soient x le diamètre de l'hélice en mètres, n la vitesse angulaire en *tours par*

seconde, A la poussée verticale en kilogrammes, T la puissance dépensée sur l'hélice en kilogrammètres.

» On a

(1) $$A = 0,026\, n^2 x^4,$$

(2) $$T = 0,01521\, n^3 x^5.$$

» Le poids d'une hélice de 1m de diamètre de ce type est de 0kg,500 et l'on est conduit pour des raisons d'ordre pratique (rigidité, etc.) à les faire toutes géométriquement semblables, de sorte que si p est le poids d'une hélice de diamètre x, on a

(3) $$p = 0,5 x^3 \quad \text{(en kilogrammes)}.$$

» Enfin l'effort qu'elles peuvent exercer sans danger de rupture est de 10kg pour l'hélice de 1m et il varie comme le carré du diamètre, de sorte que cet effort limite est donné par la relation

(4) $$B = 10 x^2.$$

» Des formules (1) et (2) on déduit facilement, en éliminant n, l'équation suivante qui donne la poussée H d'un *système à deux hélices* en fonction du diamètre x de ces hélices et de la puissance dépensée en chevaux y :

(5) $$H = 8,85\, x^{\frac{2}{3}} y^{\frac{2}{3}}$$

(on a supposé dans cette formule que le rendement du mécanisme de transmission était égal à 0,9).

» Pour que l'appareil s'élève, il faut que la poussée H soit plus grande que les poids réunis du moteur et des deux hélices.

» Soient ϖ_1 le poids spécifique du moteur (poids par cheval), ϖ_2 le poids spécifique des hélices (poids de l'hélice de 1m de diamètre) et Z le *poids utile que l'appareil pourra soutenir en l'air*.

» On a évidemment

(6) $$Z = 8,85\, x^{\frac{2}{3}} y^{\frac{2}{3}} - 2\varpi_2 x^3 - \varpi_1 y.$$

» Il est facile de démontrer avec cette formule qu'on peut enlever actuellement un hélicoptère de 5chx par exemple, avec un poids utile de 8kg,4, suffisant pour le bâti, les transmissions et l'approvisionnement de combustible pour 1 heure.

» On peut donc, dès à présent, réaliser avec nos hélices et les moteurs ordinaires d'automobiles l'intéressante expérience du *soulèvement prolongé* d'un hélicoptère. Cette expérience fondamentale aura une grande importance, mais on ne pourra l'étendre au delà des poids utiles de 8kg à 10kg qu'au prix d'un nouvel et important allègement des moteurs.

» La fonction Z (poids utile) peut en effet s'écrire, dans le cas général où on laisse aux poids spécifiques ϖ_1 et ϖ_2 du moteur et de l'hélice leur généralité,

$$Z = a x^{\frac{2}{3}} y^{\frac{2}{3}} - 2\varpi_2 x^3 - \varpi_1 y. \tag{7}$$

» Si a, ϖ_1 et ϖ_2 sont considérés comme des données expérimentales, Z apparaît ici comme une fonction des deux variables x et y (diamètre des hélices et puissance du moteur). Une analyse facile démontre que, pour les valeurs positives de x et de y, le poids utile Z a un maximum unique *toujours positif* donné par l'équation

$$Z_m = \frac{64}{81^3} \frac{a^9}{\varpi_1^6 \varpi_2^2} = 0{,}0001\,2043 \frac{a^9}{\varpi_1^6 \varpi_2^2}. \tag{8}$$

» Le maximum du poids utile soulevé est donc proportionnel à la neuvième puissance du coefficient a qui ne dépend que de la perfection du type d'hélice et sur lequel on ne peut guère espérer d'amélioration; il est inversement proportionnel au carré du poids spécifique des hélices et à la *sixième puissance du poids spécifique du moteur*.

» On ne peut pas beaucoup gagner sur le poids des hélices, mais il n'est pas de limite qu'on puisse assigner à l'allègement des moteurs et de ce côté on peut espérer une rapide augmentation du poids utile maximum Z_m des hélicoptères.

» L'équation (8) donne, pour le cas où nous nous sommes placé plus haut, c'est-à-dire pour $a = 8{,}85$, $\varpi_1 = 5$, $\varpi_2 = 0{,}5$,

$$Z_m = 10^{\text{kg}}, 3.$$

» Si l'on donne au poids spécifique (poids par cheval) du moteur des valeurs variant de 10 à 1, on obtient pour Z les coefficients suivants :

Valeurs de ϖ_1 (poids par cheval)	10^{kg}	9^{kg}	8^{kg}	7^{kg}	6^{kg}	5^{kg}	4^{kg}	3^{kg}	2^{kg}	1^{kg}
Valeurs de Z_m (maximum du poids utile)	$0^{\text{kg}},160$	$0^{\text{kg}},302$	$0^{\text{kg}},612$	$1^{\text{kg}},36$	$3^{\text{kg}},44$	$10^{\text{kg}},3$	$39^{\text{kg}},2$	220^{kg}	2506^{kg}	160000^{kg}

» Ce Tableau fait bien ressortir l'énorme influence du poids spécifique du moteur. Avec des moteurs de 1^{kg} par cheval, on pourrait soulever 160000^{kg}. Ce *poids utile* tombera à 220^{kg} pour des moteurs de 3^{kg} par cheval, à 10^{kg} pour les moteurs de 5^{kg} et enfin à 160^{g} pour des moteurs de 10^{kg}.

» L'importance de ces données numériques en ce qui concerne l'avenir de l'aviation nous paraît très grande et c'est pourquoi nous avons cru devoir les faire connaître immédiatement.

» Les aéroplanes (qui donnent une sustentation très économique) sont certainement les appareils volants de l'avenir et nous tenons à dire ici que

nous ne nous séparons pas des savants qui ont découvert ou appliqué les remarquables propriétés des ailes attaquant l'air obliquement. Nous ne pensons pas à ce sujet autrement que sir G. Cayley, Penaud, H. Philipps, Lilienthal, Marey, Tatin, Richet, Maxim, Hargrave, Langley, Chanute, Drzewiecki, Ferber, etc.; mais nous croyons que les aéroplanes ont besoin, pour être complets, de disposer de moyens pratiques de départ et d'atterrissage que les hélices à axe vertical, bien employées, paraissent seules pouvoir leur procurer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure de l'effet des ondes électriques à distance au moyen du bolomètre.* Note de M. C. **Tissot**, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons signalé dans une Note précédente [1] l'emploi du bolomètre comme détecteur d'ondes électriques capable de fournir la mesure de l'énergie reçue par l'antenne. Le dispositif que nous avons décrit nous a permis d'obtenir quelques résultats intéressants.

» Lorsqu'on donne au galvanomètre une sensibilité de 5.10^3 à 6.10^3 mégohms, l'appareil permet de déceler, d'une manière certaine, les ondes émises par l'un de nos postes de télégraphie sans fil, à 40^{km} de distance.

» Pour opérer des mesures, nous utilisons un poste transmetteur de puissance notablement moindre, situé à une distance de 2^{km} seulement. La sensibilité du galvanomètre étant réduite à 2500 mégohms, on obtient alors, dans des conditions de stabilité complète du spot, des déviations qui vont jusqu'à 250 divisions de l'échelle.

» Nous avons comparé entre elles les déviations obtenues en produisant des émissions, soit par *système direct,* c'est-à-dire avec l'antenne et la terre directement reliées aux boules de l'excitateur, soit par *système indirect*, c'est-à-dire à l'aide d'un dispositif Blondlot (ou Tesla).

» Le circuit de décharge comprend un seul tour de conducteur primaire enroulé sur un cadre carré (de 35^{cm}, 50^{cm} ou 70^{cm} de côté) et une capacité constituée par un nombre variable de bouteilles de Leyde identiques.

» Le secondaire est relié à l'antenne et à la terre, et comprend un certain nombre de tours de conducteur engainé dans un tube épais de caoutchouc (deux en général).

» Pour chaque montage on se servait d'antennes d'émission et de réception verticales de longueurs variables.

» La période des oscillations émises était mesurée en photographiant l'étincelle dissociée par un miroir tournant, à l'aide du dispositif expérimental que nous avons

---

(1) *Comptes rendus,* 9 février 1903.

déjà décrit (¹). Le procédé fournit en même temps une évaluation de l'amortissement.

» Les émissions reçues et mesurées au bolomètre à faible distance pouvaient être enregistrées simultanément par d'autres détecteurs; des cohéreurs en particulier, disposés dans des stations plus éloignées (postes de télégraphie sans fil situés à 22 et 30 milles).

» 1° On observe d'abord que les émissions faites par le système direct sont plus aisément reçues au cohéreur que celles qui sont produites par n'importe quel montage indirect. Le fait ressort de la comparaison des wattages du courant d'excitation avec lesquels il faut opérer pour obtenir des communications également nettes sur cohéreur avec les montages *directs* et *indirects*.

» Il est encore plus apparent si l'on fait porter la comparaison sur les quantités respectives d'énergie mises en jeu dans la décharge.

» D'ailleurs, quand on emploie un wattage suffisant pour obtenir des communications nettes à l'aide d'un montage *indirect*, la facilité des réceptions sur cohéreur paraît très sensiblement indépendante de la période du système. C'est ainsi que l'on peut faire varier la capacité de 1 à 12, sans cesser de recevoir au cohéreur.

» Il en est tout autrement avec le bolomètre.

» *En général*, l'effet obtenu sur le bolomètre est beaucoup plus marqué avec l'émission par montage indirect qu'avec l'émission par montage direct. Par exemple, en opérant à wattage égal du courant d'excitation et avec des antennes identiques constituées par un conducteur unique de 40^{m} de longueur à l'émission et à la réception, on a :

Émission par système direct....................	déviation 31
Émission avec cadre de 35^{cm} et 2 jarres........	déviation 64

» 2° Les phénomènes de résonance sont mis en évidence de la manière la plus nette dans la réception sur bolomètre, surtout si l'on opère avec des émissions indirectes, c'est-à-dire faiblement amorties.

» Ainsi, on fait des émissions avec cadre de 35^{cm}, à wattage d'excitation constant, antennes d'émission et de réception identiques (conducteur unique de 40^{m} de longueur). En faisant varier la capacité du circuit de décharge, on obtient :

Capacité..........	1	1,4	1,8	2,2	2,6	3
Déviation.........	10	17	42	75	51	26

(¹) *Comptes rendus*, 25 mars 1901.

» Le maximum, très marqué, correspond à la valeur 2,2 de la capacité. Or la mesure de la période, par photographie des étincelles, donne pour le montage avec cette même capacité la valeur $T = 0,52.10^{-6}$ seconde, c'est-à-dire $\frac{\lambda}{4} = 39^m$. La période favorable correspond donc nettement à une longueur d'onde voisine de quatre fois la longueur de l'antenne.

» Quand on opère avec des antennes multiples, la position du maximum et sa valeur changent, et le maximum est encore plus accentué.

» Ainsi, avec des antennes multiples identiques à quatre branches parallèles de 40^m, on a :

Capacité..........	1	2	3	4	5	6
Déviation.........	16	26	185	69	30	20

» 3° Si l'on opère avec des antennes différentes, avec des antennes de longueurs inégales, par exemple, à l'émission et à la réception, il y a un maximum marqué lorsque la période des ondes émises est voisine de celle qui correspond aux vibrations libres de l'antenne de réception. Ainsi pour des émissions avec cadre de 70^{cm}, antenne d'émission simple de 40^m, antenne de réception simple de 60^m, on obtient :

Capacité................	1	2	3	4
Déviation...............	10	49	38	11

» Or, la période mesurée du cadre de 70^{cm}, avec la capacité 2, est : $T = 0,72.10^{-6}$ seconde et correspond à $\frac{\lambda}{4} = 54^m$.

» Mais la résonance est moins marquée que lorsque les antennes sont identiques et le maximum devient d'autant moins apparent que la période propre des antennes diffère davantage.

» Bien que les oscillations soient fortement amorties dans le système direct, on peut encore mettre en évidence la résonance à l'aide du bolomètre et observer un maximum net pour l'égalité des antennes.

» Ces résultats, qui mettent en lumière la grande sensibilité du bolomètre comme détecteur d'ondes électriques, indiquent nettement que la principale des conditions à remplir pour la réalisation d'un accord électrique propre à conduire à la solution de la *syntonie* consiste dans le choix d'un détecteur convenable.

» Ils montrent que le cohéreur, qui paraît surtout sensible au choc du front de l'onde, ne saurait convenir à cet objet. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la couleur des solutions aqueuses de méthylorange et le changement qu'y déterminent les acides.* Note de M. P. **Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

« On sait que les solutions aqueuses de méthylorange qui sont jaunes virent brusquement au rouge au contact des acides.

» Ostwald (*Grundl. der anal. Ch.*, ch. VI, t. II, 1897) attribue ce changement à ce que le méthylorange est rouge, alors que son anion est jaune.

» Küster (*Zeitschr. für anal. Ch.*, t. XIII, 1897, p. 127), s'appuyant sur des considérations d'ordre chimique, propose une autre explication qui est la suivante :

» Le méthylorange est un acide fort complètement dissocié en dissolution étendue. Mais par suite des propriétés basiques du radical $Az(CH^3)^2$, la majeure partie des ions H mis en liberté se portent sur celui-ci pour former le groupement très particulier :

$$\overset{+}{H} - Az(CH^3)^2 - C^6H^4 - Az^2 - C^6H^4 - \overline{SO}^3.$$

Ce groupement, qui est également chargé en électricité positive et en électricité négative et ne peut par suite coopérer au passage du courant, est ce que Küster appelle un *ion nul* (nichtion). Cet ion nul est relativement peu coloré en rouge alors que l'anion

$$Az(CH^3)^2 - C^6H^4 - Az^2 - C^6H^4 - \overline{SO}^3$$

a une couleur jaune intense. En solution aqueuse par suite et bien qu'il intervienne en quantité relativement faible, ce dernier détermine la coloration; mais si, par l'addition d'un acide, on augmente la quantité d'ions H, l'anion est complètement transformé en ion nul et la solution prend la couleur de celui-ci.

» En réalité, aucune de ces interprétations n'est d'accord avec les faits.

» Dans l'hypothèse d'Ostwald, les solutions de méthylorange devraient virer progressivement au jaune, à mesure que croît la dissociation et par suite la dilution.

» Dans celle de Küster au contraire, l'augmentation de dissociation entraînant une augmentation dans la proportion des ions nuls, les solutions devraient tirer d'autant plus vers le rouge qu'elles sont plus étendues.

» Or, l'absorption moléculaire des solutions aqueuses de méthylorange est indépendante de la concentration, ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants, obtenus au spectrophotomètre Gouy :

Nombre de litres par éq. gr. dissous.	Conductibilité moléculaire à 25°.	Coefficients d'absorption.		
		$\lambda_1 = 550^{\mu\mu}$.	$\lambda_2 = 546^{\mu\mu}$.	$\lambda_3 = 542^{\mu\mu}$.
500............	0,202	630 + 9	840 + 15	1136 — 18
1000............	0,232	630 + 5	840 — 9	1136 + 12
2000............	0,260	630 — 14	840 — 37	1136 — 28

Nombres de litres par éq. gr. dissous.	Conductibilité moléculaire à 25°.	Coefficients d'absorption.		
		$\lambda_1 = 550^{\mu\mu}$.	$\lambda_2 = 546^{\mu\mu}$.	$\lambda_3 = 542^{\mu\mu}$.
4000	0,284	630 + 2	840 + 32	1136 + 23
8000	0,301	630 + 6	840 + 13	1136 + 27
16000	0,314	630 — 9	840 — 14	1136 — 15

» On voit, au surplus, que les conductibilités moléculaires des solutions étudiées sont relativement considérables (plus de la moitié de celles de HCl, quatre fois celles de $C^2H^4O^2$), ce qui rend invraisemblable l'existence dans ces solutions d'un ion non conducteur tel que l'imagine Küster.

» On doit donc admettre que les solutions aqueuses de méthylorange ne renferment que les deux éléments ordinaires de toute solution électrolytique : molécule complète et molécule dissociée, et que ces deux éléments ont une même couleur jaune, en sorte qu'aucun d'eux ne peut intervenir dans le changement de coloration que déterminent les acides.

» Ce changement, qui est progressif, tend, lorsque la quantité d'acide augmente, vers une limite indépendante de la nature de cet acide, mais d'autant plus rapidement atteinte que celui-ci est plus énergique. Dans une solution à $\frac{1}{2 \times 10^{+4}}$ de méthylorange, la limite est atteinte avec $\frac{1}{200}$ éq. gr. de SO^4H^2 et ne l'est pas encore pour $\frac{1}{2}$ éq. gr. de $C^2H^4O^2$. Les acides faibles réputés neutres au méthylorange ne semblent l'être que par insuffisance de solubilité. Ainsi $B(OH)^3$ dont la solution saturée à froid (1 éq. gr. environ) est sans action, détermine le virage au rouge lorsqu'on opère sur une solution saturée à la température d'ébullition (10 éq. gr. par litre).

» Voici, au surplus, quelques-uns des résultats numériques obtenus :

Concentration en méthylorange : 5×10^{-5}.

	Nombre de litres par éq. gr. d'acide étranger.	Coefficients d'absorption		
		λ_1.	λ_2.	λ_3.
SO^4H^2	2×10^3	5900	7200	8470
	2×10^2	9970	12590	15270
	2×10^{-1}	9730	12270	15000
HCl	2×10^3	4570	5470	6830
	2×10^2	7630	10030	12700
	2×10^{-1}	9830	12770	15070
AzO^3H	2×10^{-1}	10030	12200	15370
$C^2H^4O^2$	2	8000	10830	13200
	2×10^{-1}	10330	12700	15430

» On voit, d'après ce Tableau, que l'absorption des solutions acides est beaucoup plus grande que celle des solutions aqueuses pures, ce qui est en désaccord complet avec l'hypothèse de Küster.

» Les résultats qui précèdent ne peuvent guère s'interpréter que par une transformation moléculaire du méthylorange sous l'action des acides, transformation progressive, d'autant plus rapide que l'acide est plus énergique.

» Cette transformation se produit également en solution alcoolique. En traitant une solution concentrée de méthylorange dans l'alcool (à $\frac{1}{1000}$ éq. gr. environ) par une petite quantité de HCl, on obtient une liqueur rouge qui, abandonnée à l'évaporation, laisse déposer de petits cristaux rouges, constituant vraisemblablement le méthylorange transformé. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Les modes de déformation et de rupture des fers et des aciers doux.* Note de MM. **F. Osmond**, **Ch. Frémont** et **G. Cartaud**, présentée par M. Moissan.

« Les auteurs se sont proposé de déterminer et de classifier les modes de déformation du fer dans les fers et les aciers doux, d'établir, pour ainsi parler, l'alphabet de ses déformations élémentaires.

» Les principaux travaux antérieurs, que nous essayerons de relier entre eux et de compléter, sont ceux de Martens (1), Stead (2), Mugge (3), Ewing et Rosenhain (4), Heyn (5), Ewing et Humfrey (6).

» On sait que le fer, fondu ou soudé, est un agrégat de grains polyédriques ordinairement équiaxes et que l'on peut assimiler aux cellules des corps organisés. Chaque cellule est remplie par un individu cristallin de fer α, cristallisé dans le système cubique et dont l'orientation, constante dans l'intérieur d'une cellule, varie d'une cellule à l'autre. Enfin, à certains égards, le fer peut aussi être regardé comme amorphe si l'on considère des déformations de tel ordre que les éléments structuraux soient négligeables par rapport à ces déformations.

» Il faut donc admettre que le fer possède simultanément les trois structures,

---

(1) *Stahl und Eisen*, t. VII, février 1887, p. 82.
(2) *Journ. Iron and Steel Inst.*, 1898, part I, p. 145 et part II, p. 137.
(3) *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1899, 2e partie, p. 55.
(4) *Trans. Roy. Soc. London*, t. CXCIV, p. 363.
(5) *Zeits. Ver. deutsch. Ingen.*, t. XLIV, 1900.
(6) *Metallographist*, t. VI, avril 1903, p. 96.

amorphe, cellulaire et cristalline, possibles dans les corps inorganiques. Chacune de ces structures entraîne des déformations qui lui sont propres.

» Dans les corps amorphes, on sait que les déformations suivent des lois géométriques. Nous appellerons ces déformations *banales*, parce qu'elles sont communes à tous les corps. Dans les corps ayant une structure spécifique, les déformations banales s'adaptent à la structure, cellulaire ou cristalline, ou les deux à la fois, engendrant des déformations également *spécifiques*.

» Dans le fer, nous distinguons sept sortes de déformations élémentaires, en partie déjà connues, en partie nouvelles :

» A. *Déformations banales adaptées à la structure cellulaire :*

» 1° *Plissements* microscopiques perpendiculaires ou parallèles à la direction de l'effort (déjà connus à l'état macroscopique). Ces plissements, quand la déformation a été poussée assez loin, donnent lieu, à l'intérieur de la masse, à des franges, signalées par Heyn, qui paraissent alternativement sombres ou brillantes après attaque, sous une même incidence de la lumière.

» 2° Plissements obliques connus à l'état macroscopique sous le nom de *lignes de Lüders*, nouveaux sous la forme microscopique et de même nature que les franges;

» B. *Déformations cellulaires pures :*

» 3° *Joints* des cellules, déjà connus;

» 4° *Bordures* écrouies, plus ou moins déchiquetées, le long des joints (non encore décrites).

» C. *Déformations cristallines pures :*

» 5° *Épines* écrouies, courtes, en position de clivages p (non encore décrites), se rattachant ordinairement aux joints;

» 6° *Clivages* p, connus depuis longtemps;

» 7° *Lamelles de Neumann*, connues depuis 1848 dans les fers météoriques, observées sur certains fers terrestres, mais non utilisées pour l'étude de ces derniers [1].

» Il résulte de nos observations et de nos expériences que :

» *Pour un même acier*, toutes choses égales d'ailleurs, l'application d'efforts statiques favorise les lignes de déformation banales ou cellulaires, prodromes d'une cassure banale après grande déformation ; la température du bleu, les chocs, les efforts rapidement alternés favorisent les lignes de déformation cristalline, prodromes de la rupture intercristalline, immédiate ou ultérieure, brusque et sans déformation notable.

» *Pour des aciers différents*, les déformations cristallines prennent d'au-

---

[1] Quand nous parlons de déformations cellulaires ou amorphes, nous avons en vue la position et la forme de ces déformations, nous ne voulons pas dire qu'elles n'entraînent pas aussi, en se produisant dans un corps cristallisé, certaines modifications intimes de nature cristallographique, mais celles-ci sont alors de second ordre.

tant plus le pas sur les déformations banales ou cellulaires et conduisent d'autant plus facilement à la rupture intercristalline, sans déformations antécédentes notables, que la structure cristalline est mieux développée.

» D'autres métaux ont une structure aussi compliquée que celle du fer; mais, d'habitude, les propriétés mécaniques respectivement afférentes à chacun de leurs modes superposés de structure sont de la même famille. Dans le fer α, qui constitue essentiellement tous les fers et aciers doux industriels refroidis spontanément à partir du rouge, les propriétés mécaniques afférentes à chacune des structures sont très différentes, voire même opposées.

» Le fer, corps cellulaire, est très plastique; le fer, corps cristallisé, est fragile. Et comme les deux structures se trouvent, non séparées dans des échantillons différents, mais superposées dans le même échantillon, elles donnent lieu à des faits en apparence contradictoires.

» Suivant que les procédés de fabrication auront fait prédominer l'une ou l'autre des structures, selon que l'une ou l'autre sera plus directement visée par les efforts ou empêchée de réagir par les conditions dans lesquelles ces efforts sont appliqués, la rupture sera consécutive à de grandes déformations banales et cellulaires ou bien cristalline, brusque, sans déformations préalables.

» C'est cette dualité qui donne au fer sa position particulière parmi les matériaux de construction et explique les ruptures imprévues qui surviennent quelquefois en service dans les pièces fabriquées avec ce métal. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Influence des gaz sur la séparation des métaux par électrolyse : Séparation du nickel et du zinc.* Note de MM. **Hollard** et **Bertiaux**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les métaux dont les tensions de polarisation sont supérieures à celle de l'hydrogène (Zn, Cd, Fe, Co, Ni, Sn, Pb) ne peuvent être pratiquement séparés successivement par accroissement graduel de la tension électrique aux électrodes, bien que la théorie indique que chaque métal doïve se déposer à partir d'une tension électrique, dite *tension de polarisation*, qui lui est propre.

» Cette contradiction entre la théorie et la pratique n'est qu'apparente. Elle tient à ce que le bain est très résistant et que, par suite, le courant qui le traverse, pour la tension électrique employée, est très faible. Ce courant

qui précipite l'un des métaux à la cathode y précipite aussi l'hydrogène du bain; ce qui fait qu'une fraction seulement du courant est utilisée pour le dépôt du métal, fraction beaucoup trop faible pour déterminer la séparation complète, surtout vers la fin de l'électrolyse où la concentration de ce métal dans le bain devient très petite (loi de Nernst).

» *Le bain doit sa grande résistance surtout aux dégagements d'hydrogène à la cathode et d'oxygène à l'anode.*

» En supprimant l'un et l'autre de ces gaz, nous avons obtenu, pour la même tension électrique, un courant beaucoup plus intense et nous avons pu réaliser du même coup les séparations de métaux.

» La suppression de l'hydrogène à la cathode nous a permis ([1]), par l'emploi d'une cathode en étain ou en cadmium, de séparer des métaux comme le zinc et le cadmium.

» La suppression de l'oxygène à l'anode, par l'emploi d'une anode *soluble*, nous a permis ([2]) de séparer des métaux comme le nickel et le zinc. Dans cet exemple l'anode, en zinc amalgamé, plongeait dans une solution de sulfate de magnésie séparée par un diaphragme de la solution de nickel et de zinc où plongeait la cathode en platine.

» Malheureusement avec cette dernière méthode, une fois le nickel retiré, on ne peut pas doser le zinc qui reste dans le bain confondu qu'il est avec le sulfate de zinc provenant de la dissolution de l'anode.

» La méthode décrite dans la présente Note n'a pas cet inconvénient :

» Nous n'employons plus d'anode soluble, mais une anode ainsi qu'une cathode en platine ([3]). Ici le dégagement d'oxygène est empêché par l'introduction dans le bain d'acide sulfureux qui s'oxyde aux dépens de cet oxygène. Il y a longtemps que nous avons eu l'idée de nous servir de ce réducteur sans cependant pouvoir réaliser de séparation; parce que l'emploi de SO^2 exige des précautions spéciales, que nous allons indiquer :

» Le nickel et le zinc, à l'état de sulfates, sont additionnés de sulfate d'ammoniaque (10^g), de sulfate de magnésie (5^g), de 5^{cm^3} d'une solution saturée de SO^2, enfin d'ammoniaque (densité : 0,924) en excès de 25^{cm^3}. On étend à 300^{cm^3} et l'on électrolyse à la température de 90° environ ([4]) avec un courant de $0^{amp},1$. Au bout de 4 heures au maximum, pour des quantités de nickel qui ne dépassent pas $0^g,25$, une prise de la liqueur du bain de 1^{cm^3} à 2^{cm^3} ne doit plus se colorer en noir par le sulfhydrate d'ammoniaque, ce qui indiquerait la présence de nickel. On laisse encore 1 heure à l'électrolyse, puis on retire la cathode.

---

(1) Voir Hollard, *Bul. soc. chim.*, t. XXIX, 1903, p. 217.

(2) Voir Hollard, *Bul. soc. chim.*, t. XXIX, 1903, p. 116.

(3) C'est notre appareil à cathode en toile de platine.

(4) Il importe de ne jamais laisser la température tomber au-dessous de cette valeur.

Résultats expérimentaux.

	Quantités pesées.	Ni déposé.		Quantités pesées.	Ni déposé.
Ni ...	0,2500 g	0,2508	Ni ...	0,2500 g	0,2501
Zn ...	0,05		Zn ...	1	
Ni ...	0,2500	0,2494	Ni ...	0,1000	0,0969
Zn ...	0,1		Zn ...	0,1	
Ni ...	0,2500	0,2517	Ni ...	0,1000	0,0963
Zn ...	0,25		Zn ...	0,5	
Ni ...	0,2500	0,2503	Ni ...	0,1000	0,0973
Zn ...	0,5		Zn ...	1	

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxalacétique.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. A. Haller.

« I. L'acide oxalacétique $CO^2H - CH^2 - CO - CO^2H$, dont l'éther est connu depuis les recherches de Wislicenus (1895) n'a pu être obtenu que récemment et indirectement :

» 1° A partir de l'acide acétylène-dicarbonique et de l'éther dibromosuccinique symétrique (A. Michaël et J. Bücher);

» 2° Par oxydation de l'acide malique au moyen d'eau oxygénée en présence d'un sel de fer (Fenton et Jones);

» 3° Par déshydratation de l'anhydride diacétyltartrique au moyen de pyridine (A. Wohl et C. Oesterlin).

» On ne peut réussir à l'obtenir par saponification alcaline de son éther :

» Cet éther est en effet dédoublé quantitativement par les alcalis concentrés en acides oxalique et acétique dans le sens de l'équation (1) :

$$CO^2H - CH^2 - CO - CO^2H + H^2O = CO^2H - CH^3 + CO^2H - CO^2H.$$

» L'acide lui-même est décomposé par l'eau acidulée ou même par l'eau seule en acide pyruvique et anhydride carbonique :

$$CO^2H - CH^2 - CO - CO^2H = CO^2 + CH^3 - CO - CO^2H.$$

» Enfin les alcalis très étendus et froids et les sels alcalins d'acides faibles saponifient l'éther incomplètement à l'état d'éther acide

$$CO^2C^2H^5 - CH^2 - CO - CO^2H$$

pendant que la plus grande partie subit la décomposition précédente.

» On peut cependant obtenir l'acide par saponification de son éther au moyen d'acide chlorhydrique concentré :

» L'éther (1 partie), enfermé dans un tube bouché, avec l'acide chlorhydrique pur du commerce (4 parties), ne tarde pas, par agitation, à s'y dissoudre. Au bout de peu de temps l'acide oxalacétique, *insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré,* commence à se déposer et, au bout de quarante-huit heures, la réaction est terminée. On filtre sur coton de verre et l'on sèche sur une plaque poreuse. L'acide est ensuite lavé avec un peu d'éther, puis dissous dans l'acétone ou l'éther acétique et précipité par le benzène ou la ligroïne.

» Si l'éther oxalacétique n'est pas récemment distillé, il peut arriver que l'acide ne se dépose pas, même en amorçant au moyen d'un germe. On récupère alors une partie du produit recherché en extrayant la liqueur acide à l'éther et évaporant celui-ci sous une cloche en présence de chaux vive.

» On peut remplacer l'éther par sa combinaison cuprique qui présente sur l'éther l'avantage de se conserver sans altération.

» Cette méthode de saponification n'est pas exclusive à l'acide oxalacétique et se recommande pour tous les cas analogues dans lesquels l'acide cherché est décomposé par les alcalis ou par l'eau. J'ai vérifié qu'elle s'appliquait à l'acide malonique : celui-ci, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, ne se dépose pas mais peut être extrait à l'éther.

» II. L'acide oxalacétique ne fond pas mais se décompose lorsqu'on le chauffe : la température de décomposition varie avec la durée de chauffe.

» Dans l'appareil habituel il se décompose à 148°-150°; mais on peut déjà le décomposer complètement à 100° au bain-marie en l'y maintenant pendant 24 heures.

» Il est très soluble dans l'acétone, l'alcool, l'éther acétique, un peu soluble dans l'éther et insoluble dans les autres solvants organiques (benzène, ligroïne, sulfure de carbone, chloroforme) qui le précipitent de ses solutions.

» Il est peu soluble dans l'acide acétique froid (1 pour 100); on peut cependant faire au sein de ce solvant une détermination cryoscopique à condition d'effectuer la solution à chaud et d'opérer sur la solution sursaturée : dans ces conditions l'acide oxalacétique reste inaltéré et se dépose après l'opération. Par évaporation de ses solvants, il cristallise en petits cristaux groupés régulièrement autour d'un centre. Examinés au microscope polarisant en lumière parallèle ces cristaux présentent l'*apparence très caractéristique d'une croix noire dont l'orientation ne dépend pas de la position des cristaux mais de celle de l'analyseur.*

» *Action de l'eau.* — L'acide est soluble dans l'eau froide : les mesures

cryoscopiques ont donné pour sa grandeur moléculaire des nombres accusant une ionisation partielle (115, 116, 119 au lieu de 132).

» L'acide peut être titré dans l'eau froide en présence de phtaléine; il se comporte à cet égard comme l'acide oxalique. Porté à l'ébullition il se décompose suivant la réaction (II) et la mesure alcalimétrique en fait foi (Fenton).

» Mais cette décomposition se produit même à la température ordinaire; on peut suivre ses progrès au moyen de mesures alcalimétriques. La fraction décomposée est exprimée approximativement par le rapport $\alpha = \frac{4(M' - M)}{M'}$ dans lequel M′ est le poids moléculaire observé et M le poids moléculaire exact 132. On a constaté par exemple qu'après 4 heures 30 minutes $\alpha = \frac{1}{9}$, et après 17 heures $\alpha = \frac{1}{3}$.

» Cette décomposition par l'eau froide est donc assez rapide et permet de rendre compte des résultats auxquels conduit la saponification de l'éther oxalacétique en solution aqueuse diluée, acide ou alcaline. Au surplus elle mériterait d'être choisie à cause de sa simplicité comme sujet d'une étude de dynamique chimique.

» III. L'acide oxalacétique présente un certain nombre de réactions qui le distinguent en particulier des acides oxalique et acétique.

» Réactions colorées. — *Chlorure ferrique :* coloration rouge intense en solution aqueuse ou alcoolique.

» *Nitroprussiate de soude et potasse :* coloration rouge intense que l'acide acétique fait disparaître après avoir provoqué tout d'abord un virage violet.

» *Nitroprussiate de soude et ammoniaque :* coloration bleue identique par tous ses caractères avec celle que j'ai reconnue pour l'acide pyruvique et qui doit probablement son origine à la production de ce corps par décomposition.

» Réactions salines. — Les réactions de son sel de potassium avec les sels métalliques (Ca, Sr, Ba, Fe, Zn, Co, Ni, Ag), dont le détail ne saurait trouver place ici, distinguent très nettement l'acide oxalacétique des acides oxalique et acétique; on peut en dire autant de son action sur le permanganate de potassium neutre.

» En résumé : l'acide oxalacétique peut être obtenu par saponification de son éther au moyen d'acide chlorhydrique concentré; il ne diffère pas par ses propriétés essentielles de celui que Fenton, d'une part, et Wohl, d'autre part, ont obtenu par des procédés différents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Copulation des sels de dinaphtopyryle avec les phénols.* Note de M. R. **Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« Le radical dinaphtopyryle $CH\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{matrix}\right\rangle O$ peut se substituer à un atome d'hydrogène du noyau des phénols, pour donner des corps répondant à la formule générale suivante :

$$O\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{matrix}\right\rangle CH.C^{n}H^{p-2}.OH.$$

» Nous obtenons ces dérivés du pyrane, à fonction phénol, par l'action des sels de dinaphtopyryle (chlorure, bromure, sulfate) sur les phénols généralement sodés, d'après l'équation :

$$CH\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ \hline C^{10}H^{6} \end{matrix}\right\rangle O.X + C^{n}H^{p-1}ONa = NaX + HO.C^{n}H^{p-2}.CH\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{matrix}\right\rangle O.$$

» L'atome de carbone du noyau phénolique, soudé au carbone pyranique est situé en position para, vis-à-vis de l'hydroxyle. Le corps obtenu possède la constitution

$$HO\left\langle\begin{matrix} \overline{\qquad\quad} \\ \underline{\qquad\quad} \end{matrix}\right\rangle CH\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ C^{10}H^{6} \end{matrix}\right\rangle O.$$

» Si l'atome de carbone du noyau phénolique est déjà substitué en para, l'union du radical pyryle se fait avec le carbone phénolique en position ortho. C'est ce qui arrive dans le cas du naphtol β.

» Ces propriétés établissent l'analogie de réaction des sels de diazoïque et des sels de dinaphtopyryle.

» Pourtant, les phénols que nous obtenons par copulation diffèrent légèrement des azoïques. Si le parallélisme de ces deux classes de corps était parfait, les premiers devraient avoir la formule suivante :

$$CH\left\langle\begin{matrix} C^{10}H^{6} \\ \hline C^{10}H^{6} \end{matrix}\right\rangle O.C^{6}H^{4}.OH,$$

calquée sur celle des seconds,

$$R.N^{2}.C^{6}H^{4}.OH.$$

» L'oxygène du noyau pyranique devrait être uni au carbone du noyau phénolique. Nous pensons que de tels corps instables se forment d'abord, puis se transforment en ceux que nous isolons, par suite de la migration du radical phénolique, de l'oxygène, sur le noyau pyranique :

$$C^{10}H^6\left\langle \begin{matrix} CH \\ | \\ O - C^6H^4.OH \end{matrix} \right\rangle C^{10}H^6 \rightarrow C^{10}H^6\left\langle \begin{matrix} CH - C^6H^4.OH \\ \\ O \end{matrix} \right\rangle C^{10}H^6.$$

» Ces phénols possèdent une propriété très curieuse, ils sont complètement insolubles, à chaud et à froid, dans les alcalis à solution aqueuse, mais se dissolvent dans les alcalis alcooliques, d'où l'addition d'eau les précipite.

» Nous avons déjà signalé que cette propriété appartenait à un phénol à noyau pyranique : le naphtyloldinaphtopyrane. Elle est peut-être commune à tous les phénols de constitution semblable. Pour expliquer cette insolubilité dans les lessives alcalines, nous n'admettrons pas, comme on le fait généralement pour les orthoxyazoïques, une formule quinonique, qui, dans ce cas, serait la suivante :

$$O = \left\langle \quad \right\rangle CH\left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O.$$

» Nous croyons que la cause de cette insolubilité est imputable à la présence de l'oxygène pyranique dont la basicité neutralise l'acidité de l'hydroxyle et lui enlève la faculté de se dissoudre dans les alcalis aqueux.

» Les deux formules suivantes traduisent cette manière de voir :

$$\begin{matrix} CH\left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O \\ | \qquad\qquad\quad | \diagdown \\ C^6H^4 \text{———} O \quad H \end{matrix} \qquad \begin{matrix} CH\left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O \\ | \qquad\qquad\quad \| \\ C^6H^4 \text{———} O - H. \end{matrix}$$

» *Action du chlorure de dinaphtopyryle sur le phénol sodé. Phénylol-dinaphtopyrane* : $HO\left\langle \quad \right\rangle CH\left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O.$ — Ce corps est engendré d'après l'équation suivante :

$$CH\left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O.Cl + NaO\,C^6H^5 = NaCl + HO.C^6H^4CH\left\langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \right\rangle O.$$

Il cristallise avec 1^{mol} d'alcool. Desséché, il fond à 207°.

» L'analyse lui assigne la formule brute $C^{27}H^{18}O^2$, et la synthèse la formule de constitution donnée plus haut.

» *Synthèse du phénylol-dinaphtopyrane.* — 1^{mol} d'aldéhyde *p*-oxybenzoïque et 2^{mol} de naphtol β en solution acétique en présence de HCl, ont donné un corps identique au précédent, formé d'après l'égalité :

$$\mathrm{HO}\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle\mathrm{CH.O} + 2\,\mathrm{H.C^{10}H^6OH} = 2\,\mathrm{H^2O} + \mathrm{HO}\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle\mathrm{CH}\langle{}^{\mathrm{C^{10}H^6}}_{\mathrm{C^{10}H^6}}\rangle\mathrm{O}.$$

Obtenu par les deux méthodes, ce phénol est insoluble dans les lessives alcalines, soluble dans la potasse alcoolique.

» *Action du bromure de dinaphtopyryle sur le gayacol sodé. Gayacol dinaphtopyrane* : $\mathrm{HO}\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle\mathrm{CH}\langle{}^{\mathrm{C^{10}H^6}}_{\mathrm{C^{10}H^6}}\rangle\mathrm{O}$ (with $\mathrm{O\,CH^3}$ on the ring). — Ce corps fond à 210°, il est insoluble dans la soude aqueuse, soluble dans la potasse alcoolique. L'analyse lui assigne la formule $\mathrm{C^{28}H^{20}O^2}$. Sa constitution découle de son identité avec le corps synthétique préparé par M. Rogow en condensant le naphtol β avec la vanilline d'après

$$\underset{\mathrm{O\,CH^3}}{\mathrm{HO}\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle}\mathrm{CH.O} + 2\,\mathrm{H.C^{10}H^6OH} = 2\,\mathrm{H^2O} + \underset{\mathrm{O\,CH^3}}{\mathrm{HO}\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle}\mathrm{CH}\langle{}^{\mathrm{C^{10}H^6}}_{\mathrm{C^{10}H^6}}\rangle\mathrm{O}.$$

» *Action du chlorure de dinaphtopyryle sur le naphtol* β. *Naphtylol-dinaphtopyrane* : $\underset{\mathrm{OH}}{\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle}\mathrm{CH}\langle{}^{\mathrm{C^{10}H^6}}_{\mathrm{C^{10}H^6}}\rangle\mathrm{O}$. — Le corps donné par cette copulation fond à 273°; il est soluble dans la potasse alcoolique, insoluble dans les eaux alcalines. Il est identique au corps synthétique déjà obtenu par nous en condensant l'aldéhyde oxynaphtoïque avec le naphtol β :

$$\underset{\mathrm{OH}}{\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle}\mathrm{CH.O} + 2\,\mathrm{H.C^{10}H^6OH} = 2\,\mathrm{H^2O} + \underset{\mathrm{OH}}{\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle\langle\overline{\underline{\qquad}}\rangle}\mathrm{CH}\langle{}^{\mathrm{C^{10}H^6}}_{\mathrm{C^{10}H^6}}\rangle\mathrm{O}. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la nicotine.*
Note de M. Amé Pictet, présentée par M. A. Haller.

« J'ai réalisé une synthèse de la nicotine en partant de l'acide nicotinique (β-pyridine carbonique) et en utilisant les réactions suivantes :

» L'acide nicotinique a été éthérifié, puis transformé par l'ammoniaque en amide, et celle-ci traitée par l'hypobromite de sodium, ce qui a fourni la β-*aminopyridine*.

» J'ai préparé le mucate de cette base et je l'ai soumis à la distillation sèche; j'ai

obtenu de cette manière le Az-*pyridylpyrrol* (formule I) sous la forme d'un liquide jaune pâle, bouillant à 251°.

I. II. III.

» J'ai fait passer les vapeurs de ce corps à travers un tube de verre chauffé au rouge sombre; il y a alors migration du radical pyridyle, qui quitte l'azote pour se fixer au carbone α du noyau pyrrolique. L'α-*pyridylpyrrol* (formule II), qui prend ainsi naissance, est un corps solide, fusible à 72° et possédant des propriétés faiblement acides. Traité par le potassium, il donne un sel par substitution du métal à l'hydrogène du groupe Az H.

» Ce sel réagit à l'ébullition avec l'iodure de méthyle, il y a remplacement du potassium par CH^3, mais en même temps addition d'une molécule d'iodure de méthyle à l'azote du noyau pyridique, et l'on obtient un *iodométhylate* (formule III), fusible à 207°.

» Lorsqu'on distille ce composé avec de la chaux, il perd CH^3I et fournit une base monoacide de formule $C^{10}H^{10}Az^2$, bouillant à 276°. Cette base est identique à l'*isodipyridine* que Cahours et Étard ont obtenue en 1880, en oxydant la nicotine par le ferricyanure de potassium, et qui a été étudiée plus tard par M. Blau sous le nom de *nicotyrine*. Ce nouveau mode de formation montre que sa constitution doit être exprimée par la formule IV.

» Pour convertir l'isodipyridine en nicotine, il s'agissait de fixer 4^at d'hydrogène à son noyau pyrrolique, sans réduire en même temps le noyau pyridique. J'y suis arrivé par l'intermédiaire des dérivés halogénés. Lorsqu'on traite l'isodipyridine par l'iode en solution alcaline, il se forme un *dérivé monoiodé* (point de fusion, 110°) dans lequel l'atome d'iode occupe probablement l'une des positions β du noyau pyrrolique. Chauffé avec l'étain et l'acide chlorhydrique, ce dérivé abandonne son iode à l'état de HI et se réduit partiellement en donnant naissance à une *dihydronicotyrine* $C^{10}H^{12}Az^2$, base diacide et bitertiaire, bouillant à 248° et constituant un isomère de la *nicotéine* dont M. Rotschy et moi [1] avons constaté l'existence dans le tabac. Je lui attribue la formule V.

IV. V. VI.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 971.

» La dihydronicotyrine donne, avec le brome en solution acétique, un *tétrabromure* $C^5H^4Az.C^5H^7BrAz.HBr.Br^2$ qui, traité à son tour par l'étain et l'acide chlorhydrique, perd tout son brome et fixe deux nouveaux atomes d'hydrogène.

» Le produit de cette réaction est identique à la *nicotine inactive* (formule VI) que M. Rotschy et moi [1] avons préparée d'autre part en chauffant en tubes scellés à 200°-210° les solutions aqueuses du sulfate de nicotine naturelle.

» Pour dédoubler la nicotine inactive en ses deux modifications optiques, j'ai fait usage de l'acide tartrique droit. Un essai préalable, fait avec la nicotine naturelle, m'avait montré que, en saturant la base par une solution alcoolique concentrée et bouillante d'acide tartrique, on obtient un sel bien cristallisé, de formule $C^{10}H^{14}Az^2.2C^4H^6O^6.2H^2O$, fondant à 88°-89° et possédant, en solution aqueuse, un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ de $+24°,68$.

» En opérant de même avec la nicotine inactive, j'ai obtenu le même sel que j'ai purifié par cristallisation dans l'alcool bouillant jusqu'à ce que son point de fusion soit monté à 88° et que son pouvoir rotatoire ait atteint $+25°,1$. Je l'ai alors décomposé par la soude et ai recueilli 3^{cm^3} d'une base qui s'est montrée en tous points identique à la *nicotine naturelle* :

	Nicotine du tabac.	Nicotine de synthèse.
Point d'ébullition (corr.).....	246°,1 — 246°,2 sous 730^{mm}	246°,1 sous 735^{mm}
Densité.....................	$\frac{20°}{4°}$: 1,009	$\frac{22°}{4°}$: 1,008
Pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$.......	−161°,55 à 20° (d'après Landolt)	−161°,19 à 25°,5

» Les eaux mères alcooliques du tartrate de nicotine gauche laissent par évaporation un sel sirupeux dont j'espère retirer la nicotine droite.

» La première partie de ce travail (synthèse de l'isodipyridine) a été faite avec la collaboration de M. P. Crépieux, et la troisième (dédoublement de la nicotine inactive) avec celle de M. A. Rotschy. »

---

(1) *Berichte der d. chem. Gesellschaft*, t. XXXIII, p. 2353.

ZOOLOGIE. — *Sur l'action morphogène de l'eau en mouvement sur les Hydraires.* Note de M[me] S. MOTZ-KOSSOWSKA, présentée par M. Y. Delage.

« En étudiant les Hydraires méditerranéens au laboratoire Arago, à Banyuls-sur-Mer, j'avais été frappée de voir que des représentants d'une même espèce provenant de stations bathymétriques différentes présentaient des différences parfois très accentuées et très constantes, soit dans la forme de leurs hydrothèques, soit dans le port des colonies. J'avais été amenée à soupçonner une relation directe entre les modifications observées chez ces formes et leurs conditions d'habitat, et cette idée s'est imposée plus fortement à mon esprit à la lecture d'un travail de Birula (¹), qui déjà en 1898 avait signalé des faits analogues chez *Campanularia integra* et *Sertularella tricuspidata*. L'observation d'un grand nombre de colonies, aussi bien dans leur milieu naturel qu'après maintien prolongé en expérience dans les bacs de l'aquarium, m'a fourni les résultats suivants :

» I. MODIFICATIONS DE L'HYDROCAULE ET DES HYDROTHÈQUES. — 1° *Plumularia obliqua* Saunders. — Cette espèce, que l'on ne trouve d'ailleurs que dans les endroits où l'eau est très agitée, est représentée dans la région de Banyuls par deux formes différentes vivant côte à côte, mais tandis que l'une (forme α) vit sur des Éponges encroûtantes ou sur des Floridées lamelleuses et se trouve ainsi directement exposée au choc des vagues, l'autre (forme β) habite exclusivement les feuilles de *Posidonia caulini* et de préférence les feuilles intérieures, la feuille extérieure étant généralement recouverte d'algues parasites. Le périsarque de la forme α est extrêmement mince et lui assure une très grande flexibilité; dans la forme β, au contraire, les faces latérales de l'hydrocaule, des hydroclades et des hydrothèques sont fortement épaissies et forment ainsi un cadre rigide qui protège la colonie contre l'écrasement par les feuilles recouvrantes.

» Cultivées dans un bac, directement sous le jet du robinet, des colonies β ont donné, par régénération, des hydrothèques dépourvus des épaississements latéraux si caractéristiques pour cette forme.

» 2° *Aglaophenia myriophyllum* L. — Cette espèce, très commune en eau profonde et calme, a les hydrothèques munis d'une série d'épaississements dorsaux très marqués, alignés de haut en bas. Mais, si l'on réussit à la cultiver en eau très agitée, le périsarque devient uniformément mince; de plus, les hydrothèques deviennent plus étroits tout en gardant la même longueur, le diamètre des hydroclades diminue presque de moitié et les nématothèques sont plus grêles et plus courts.

(¹) *Ann. Mus. Zool. Acad. Imp. Sc. Saint-Pétersbourg*, p. 203-214 (en russe).

» Ces deux faits, choisis parmi un grand nombre de cas pareils, prouvent que la présence ou l'absence des épaississements du périsarque sont des caractères variables entre tous et liés étroitement aux conditions dans lesquelles vivent les formes considérées. Il m'a paru utile de les signaler, car ils sont de nature à porter la lumière sur l'origine de certaines espèces. C'est ainsi que certaines Plumulaires du groupe de *Pl. corrugata* établi par Nutting ne se distinguent de *Pl. setacea* que par des épaississements hydrocladiaux plus marqués; il en est de même de nombreuses Plumulaires exotiques du groupe *Pl. obliqua* décrites par Bale, Kirchenpauer et Nutting, etc. Seulement, en l'absence de données précises sur leur habitat, il est impossible de décider si l'on doit voir dans ces formes des variétés locales ou bien des espèces bien fixées, devenues telles à la suite de changements survenus dans leurs conditions bionomiques.

» II. Modifications dans le port des colonies. — 1° *Eudendrium ramosum* L. — En eau profonde les colonies présentent un hydrocaule fasciculé dans une grande partie de sa longueur et très ramifié, les rameaux principaux, également fasciculés au moins à la base, naissant à angle presque droit. A une profondeur plus faible l'hydrocaule, extrêmement flexible, n'est plus fasciculé que tout à fait à la base, excepté quand la colonie se développe dans les anfractuosités de certains Bryozoaires (*Eschara*), où elle est abritée contre les mouvements de l'eau; de plus, les rameaux, moins nombreux, forment avec la tige des angles très aigus, ce qui assure à la colonie la flexibilité nécessaire pour obéir au courant. Enfin, au niveau même de la mer, dans les endroits très battus, les colonies sont toujours chétives, monosiphonées et à peine ramifiées.

» Or, ces trois formes, entre lesquelles j'ai trouvé tous les intermédiaires, ont été décrites par certains auteurs comme trois espèces différentes.

» 2° *Aglaophenia Kirchenpaueri* Heller. — C'est une petite espèce de 4^{cm} à 5^{cm} au plus qui forme au niveau de l'eau de véritables tapis à la surface des Balanes (*B. perforatus*). Son hydrocaule, non ramifié, se distingue par une grande rigidité, encore accentuée par le raccourcissement des entre-nœuds. Or, en eau profonde, cette espèce peut atteindre plus de 13^{cm}, les entre-nœuds sont plus longs et les exemplaires ramifiés ne sont pas rares.

» *En résumé*, il résulte de mes observations que le mouvement de l'eau détermine, avec une réduction constante dans la taille et la ramification des colonies, un changement d'aspect se traduisant tantôt par l'augmentation de la flexibilité (colonies espacées, exposées directement au courant), tantôt par l'exagération de la rigidité (colonies vivant sur les Algues ramifiées et les Zostéracées ou bien formant des touffes serrées et obligées, par conséquent, de lutter contre l'écrasement). Cette dernière adaptation peut s'expliquer par l'action mécanique de contact avec des corps solides.

En effet, l'étude des colonies en stolonisation (la stolonisation libre étant liée à l'agitation de l'eau, comme l'a démontré M. Giard) m'a révélé deux faits importants :

» 1° Que le périsarque du stolon *libre* est bien plus mince que celui de l'hydrorhize *fixée;*

» 2° Que l'accroissement du stolon est infiniment plus rapide que celui de l'hydrorhize. Il en résulte que le contact amène une production plus active du périsarque et exerce une action retardatrice sur la croissance (fait bien connu chez les végétaux). On sait, d'autre part (comparaison des plantes cultivées à la lumière et à l'obscurité), qu'un facteur qui retarde l'accroissement augmente la différenciation, et inversement. On peut ainsi s'expliquer la formation des épaississements du périsarque et le raccourcissement des entre-nœuds chez des Hydraires qui, vivant dans une eau très agitée, sont mis presque constamment en contact, soit avec les végétaux qui les entourent, soit avec d'autres colonies de la même espèce. Cette interprétation est encore corroborée par ce fait qu'ayant réussi à cultiver isolément quelques *Sertularella fusiformis,* espèce qui vit habituellement en touffes très denses, j'ai vu les entre-nœuds s'allonger et le périsarque s'amincir.

» Il ressort également des faits que je viens d'exposer, qu'on doit faire intervenir dans les descriptions les conditions spéciales d'habitat des types observés, sous peine de multiplier abusivement les espèces nouvelles. »

ZOOLOGIE. — *Sur le rôle de certains éléments figurés chez* Sipunculus nudus *L.* Note de M. F. **Ladreyt**, présentée par M. Alfred Giard.

« Leucocytes. — Chez *Sipunculus nudus,* les leucocytes revêtent deux formes essentielles : 1° Plastides de 15^{μ} à 20^{μ} émettant de fins pseudopodes à mouvements très actifs; noyau central ou légèrement excentrique (amibocytes, phagocytes); 2° volumineux éléments de 32^{μ} à 48^{μ} composés d'une multitude de sphérules transparentes, pas de pseudopodes, noyau latéral (leucocytes vésiculaires, glycoleucytes).

» Les premiers jouent un rôle important dans l'excrétion et la phagocytose; les seconds sont surtout destinés à la mise en réserve et à la nutrition de l'organisme.

» *Excrétion.* — Les tissus de *Sipunculus nudus* renferment des granulations jaunâtres que nous considérons comme des excreta dus à l'activité de corps chlorago-

gènes qui les déversent dans la cavité générale. Or ces amas pigmentaires se rencontrent dans presque tous les tissus et tous les organes (épiderme, derme, lacunes conjonctives de l'intestin, cerveau, néphridies). Quel est le mécanisme de ce transport? Si l'on injecte dans le cœlome de *Sipunculus nudus* une solution de carmin, de vésuvine, d'encre de Chine, on voit, quelques jours après l'opération, que les particules colorées, en suspension dans le liquide injecté, sont accumulées dans l'épiderme et le tissu conjonctif; elles sont enfermées dans des éléments plus ou moins arrondis que nous croyons être des amibocytes devenus cellules fixes. Les néphridies débouchant directement au dehors, il est évident que ce transport n'a pu s'effectuer par ces organes; de plus, il nous est arrivé maintes fois de voir des amibocytes traversant les parois du corps pour aboutir aux couches tégumentaires superficielles. C'est là une première voie d'excrétion.

» L'intestin et les néphridies sont aussi des points où convergent les amibocytes. Il est fréquent d'observer la migration de ces éléments à travers les parois de ces organes; on peut également constater dans leurs parois les éléments arrondis que nous avons signalés plus haut; ces cellules, qu'on les rencontre dans les cellules tégumentaires ou dans l'épaisseur des parois intestinales et néphridiennes, présentent la particularité de se colorer en rouge par l'éosine.

» Après avoir traversé les parois intestinales, les amibocytes abandonnent leurs granulations dans les lacunes péri-intestinales ou même dans le canal intestinal. Le processus est un peu plus compliqué en ce qui concerne les néphridies : les granules d'excrétion, les amybocytes eux-mêmes s'incorporent en quelque sorte au protoplasme de la cellule néphridienne qui devient ainsi une sorte de rein d'accumulation (signalé par Cuénot chez *Allolobophora terrestris* et les Oligochètes en général). Quand la cellule néphridienne contient une certaine quantité de ces excreta, elle s'étire, s'étrangle vers son tiers inférieur et toute la partie sous-jacente à l'étranglement (boule d'excrétion), se séparant du reste de la cellule, tombe dans la cavité de la néphridie d'où elle est expulsée grâce au mouvement ciliaire très actif dans cette région.

» Nous avons remarqué que, lorsqu'un Siponcle injecté par le cœlome éliminait par l'anus et les orifices néphridiens, ces orifices émettaient un mucus d'autant plus abondant que l'injection avait été plus forte. Ce mucus contient souvent de grandes formes d'amibocytes. Ne serait-il pas dû à une sorte de liquéfaction de certains amibocytes [éléocytes, mucocytes de quelques Lumbricides (Cuenot, Rosa, etc.)], à une fonte cellulaire analogue à celle qui se produit pour les glandes sébacées par exemple?

» *Phagocytose*. — Si, dans le cœlome de *Sip. nudus*, on injecte un liquide tenant en suspension certains éléments nuisibles à l'organisme (parcelles ligneuses, Bactéries, Nématodes), on constate que les amibocytes entourent ces éléments, formant autour d'eux une sorte de gaine anhyste. Ces kystes se rencontrent quelquefois dans la cavité des Néphridies et il est probable qu'ils sont éliminés par cette voie.

» *Mise en réserve*. — Certains amibocytes accumulent dans leur protoplasme des sphérules dont la genèse est assez semblable à celle des globules graisseux des cellules adipeuses. Ces sphérules sont formées par du glycogène ou une matière très voisine (réaction rouge par l'iodure de potassium) : leur accumulation donne naissance aux corpuscules mûriformes [*Plasmawanderzellen*, *Wanderzellen* des Holothuries (Haman, Ludwig)].

» HÉMATIES. — 4 jours après injection de carmin dans le cœlome, certaines hématies contiennent une inclusion toujours liquide de la matière injectée (signalée par Cantacuzène chez *Glycera convoluta*, par Eisig chez les Capitelliens). Cette absorption ne s'effectue que par les hématies adultes (20^{μ}-32^{μ}); les jeunes (10^{μ}-12^{μ}) ne présentent jamais ces inclusions.

» VÉSICULES ÉNIGMATIQUES. — Ont-elles chez *Sip. nudus* la propriété agglutinante qu'elles possèdent chez *Phascolosoma*, où M. Hérubel l'a signalée? Il nous a semblé que la pénétration des grains de carmin s'effectuait, dans ces formations, lorsqu'on déterminait un état morbide des éléments cœlomiques et que la tension du protoplasme de la vésicule était très faible.

» *Conclusions.* — Les amibocytes de *Sip. nudus* : A. *Débarrassent* l'organisme de ses excreta; ils les transportent dans tous les endroits favorables à la diapédèse (*Platten* d'Eisig). Ces excreta sont rejetés au dehors : 1° par exfoliation de l'épiderme; 2° avec les fèces; 3° par les canaux néphridiens. B. Protègent l'organisme en formant autour des éléments étrangers qui y sont introduits (Bactéries, Nématodes) une gaine anhyste. C. Accumulent du glycogène dans leur protoplasme.

» Les Hématies adultes absorbent le carmin injecté dans le cœlome. »

ZOOLOGIE. — *Sur la Méduse du Victoria Nyanza.* Note de M. **CH. GRAVIER**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le lac Tanganyika, situé à environ 1000^{km} de la côte la plus rapprochée, celle de l'océan Indien, et à 800^{m} d'altitude, possède, à côté d'une faune normale d'eau douce, tout un ensemble d'animaux dont la plupart sont étroitement apparentés à des espèces marines devenues fossiles. L'une des formes les plus typiques de ce groupe est incontestablement une Méduse qui, découverte en 1883 (Dr Böhm), ne fut étudiée qu'en 1893-1894 (R.-T. Günther) et dont les affinités restent encore douteuses.

» Les Anglais, vivement intéressés par le *Tanganyika Problem* et son *halolimnic group*, organisèrent successivement deux expéditions scientifiques : la première, en 1896, avec le patronage de la *Royal Society*, pour explorer spécialement le Tanganyika; la seconde, en 1899, sous les auspices de la *Royal geographical Society*, pour l'étude zoologique, géographique et géologique du Tanganyika et d'un certain nombre d'autres grands lacs africains : Shirva, Nyassa, Kela, Kiwu, Albert-Édouard Nyanza, Albert

Nyanza, Victoria Nyanza et Nivasha. Il fut reconnu que dans le Tanganyika seul il existait, outre la faune d'eau douce dont la physionomie générale reste la même dans toutes nappes intérieures, un certain nombre d'organismes à caractères marins et en même temps archaïques.

» Or, M. Ch. Alluaud a trouvé le 16 septembre dernier dans le Victoria Nyanza (baie de Kavirondo), situé à 1200^{m} d'altitude et sans communication avec le Tanganyika, une Méduse qui doit être identifiée avec la *Limnocnida Tanganyicæ*.

» Sur les neuf individus adressés par ce voyageur naturaliste au Muséum, et qui sont tous à l'état de maturité sexuelle, il y a deux femelles et sept mâles; aucun d'eux ne porte de bourgeons médusoïdes sur le manubrium. L'évolution de ce Cœlentéré semble être la même dans les deux lacs. On sait, d'après les observations de J.-E.-S. Moore (1903), qu'au Tanganyika, les Méduses se multiplient par bourgeonnement depuis la fin de mars, terme de la saison humide, jusqu'en juin et juillet; alors se développent les éléments sexuels qui parviennent à l'état de maturité en septembre et octobre et le bourgeonnement disparaît graduellement pendant cette même période; puis revient la saison humide et les Méduses se font de plus en plus rares à la surface. Il est fort probable que ces animaux se retirent à une certaine profondeur pendant la période des pluies, à la manière de tant d'animaux marins qui ne montent dans les couches superficielles qu'au moment de la reproduction et que Häckel a désignés sous le nom de *spanipélagiques*.

» Je n'ai observé sur les exemplaires du Victoria Nyanza que des différences secondaires concernant le nombre et la distribution des organes des sens marginaux, le nombre et la structure des tentacules, par rapport aux données fournies par R.-T. Günther pour la *Limnocnida* du Tanganyika; il n'y a pas à douter de l'identité des deux formes.

» Il est à croire que la *Limnocnida* n'est pas, au Victoria Nyanza, le seul représentant de la faune halolimnique dont l'origine paraît être sûrement marine, quoi qu'en aient dit Gregory et Tausch.

» La trouvaille de M. Ch. Alluaud est intéressante à tous égards. Au point de vue zoologique et géographique, elle fait disparaître l'anomalie apparente qui donnait au Tanganyika une place tout à fait à part parmi les grands lacs africains. Cette grande nappe ne serait pas le seul témoin de la vaste mer (jurassique suivant J.-E.-S. Moore) qui couvrait autrefois le centre de l'Afrique, sur l'emplacement actuel de la région des grands lacs et d'une partie du bassin du Congo.

» Le cas présenté par les lacs africains, dont certains animaux de caractères marins affirment leur ancienne connexion avec la mer, se retrouve en divers points du Globe, notamment au Baïkal, à la mer Caspienne, à la Trinité, où J. Kennel (1890) a fait connaître une autre Méduse d'eau douce, etc.

L'adaptation progressive de la vie marine à l'existence dans l'eau douce, si intéressante au point de vue de la biologie générale et des théories de l'évolution, peut être saisie sur le fait, de nos jours même, dans certains fleuves côtiers des Antilles et de l'Amérique du Sud, comme j'ai eu l'occasion de le signaler récemment (*Comptes rendus*, 1er décembre 1902). »

BOTANIQUE. — *Sur une double fusion des membranes dans la zygospore des Mucorinées*. Note de M. **Paul Vuillemin**.

« Pour former une zygospore, les filaments des Mucorinées émettent deux branches copulatrices dont les extrémités se soudent, puis s'isolent de leur support par une cloison.

» Les deux membranes qui constituent la cloison mitoyenne se fusionnent entre elles à la périphérie et disparaissent au centre, permettant ainsi l'abouchement des protoplasmes.

» La fusion des membranes, dont on n'a pu jusqu'ici préciser le mécanisme, s'effectue en deux temps, à des périodes et dans des conditions sensiblement différentes.

» Les branches copulatrices de *Sporodinia*, arrivées au contact, s'aplatissent par compression réciproque et forment un fuseau dont le plan transversal le plus large (équateur) est occupé par une cloison mitoyenne.

» Cette cloison est d'abord formée de deux disques minces comme les membranes des filaments auxquels ils appartiennent, comme elles se colorant en bleu par le chloroiodure de zinc. Nous l'appellerons *cloison mitoyenne primitive*.

» Elle est bientôt doublée de chaque côté par une nouvelle assise un peu plus épaisse, plus réfringente, se teintant de jaune par le chloroiodure, puis de violet quand l'action du réactif se prolonge. La nouvelle couche ne tapisse pas seulement la cloison mitoyenne primitive; elle se continue sur les parois latérales des branches copulatrices jusque vers le niveau, où apparaîtront plus tard les cloisons isolant les gamètes.

» Donc, avant la séparation des gamètes, la membrane qui revêt l'extrémité de chaque branche copulatrice se compose de deux assises distinctes, indépendamment de la portion périphérique du protoplasme qui lui sert de matrice. Chacune de ces assises se fusionne séparément avec sa congénère.

» *Première fusion.* — Les deux disques qui constituent la cloison mitoyenne primitive ne restent pas longtemps distincts; ils se fusionnent bientôt en un seul. Mais, tandis que le cadre périphérique reste rigide, le cercle qu'il entoure se ramollit et prend un aspect spongieux, sans augmenter de volume.

» Ce phénomène serait difficile à reconnaître, s'il n'était rendu manifeste par la rétraction concomitante des plasmas avec leur nouveau revêtement. Les extrémités des branches copulatrices se renflent en massue, s'arrondissent de nouveau et se décollent à la périphérie. Mais le cadre circonscrivant la cloison mitoyenne primitive demeure en place et maintient tendues les parois latérales primitives des branches copulatrices. Entre le manchon délicat formé par ces parois et les assises nouvelles revêtant le protoplasme règne donc un espace annulaire à coupe triangulaire. Cet espace contient au début une masse spongieuse se colorant vivement en bleu par le chloroiodure; cette bouillie n'est autre chose que la substance du disque, digérée par les liquides transsudés à travers la nouvelle assise protectrice. Plus tard, l'espace annulaire est vide; les débris de la membrane mitoyenne primitive se sont déposés à la face interne du manchon où ils forment une série d'épaississements médians.

» A ce moment les nouvelles assises qui revêtent les sommets des branches copulatrices sont arrivées à se toucher au centre, puisque le disque primitif est détruit ou refoulé à la périphérie. Une *cloison mitoyenne secondaire* est constituée.

» *Deuxième fusion.* — Lorsque les gamètes se sont isolés des branches copulatrices, la cloison mitoyenne secondaire se gonfle, puis disparaît à partir du centre; elle est digérée par les protoplasmes qui, désormais, communiquent largement entre eux.

» A la périphérie, les membranes ne sont pas résorbées, mais se soudent et établissent la continuité entre les revêtements fournis par chaque gamète.

» A ce moment, l'espace annulaire est encore visible; il sera bientôt comblé par le gonflement de la zygospore.

» *Destinée des deux assises fusionnées.* — Dès que la cloison mitoyenne primitive est résorbée au centre, affermie à la périphérie, la couche superficielle de la membrane est individualisée et affranchie de tout lien avec le protoplasme nourricier. Ses modifications ultérieures seront entièrement passives; nous nous proposons d'y revenir. Cette passivité, de même que sa situation, lui donne l'apparence d'une cuticule. Pour rappeler cette apparence et, en même temps, pour la distinguer des vraies cuticules auxquelles l'opposent son origine et sa constitution chimique, nous proposons de la nommer *cuticelle externe*.

» La seconde assise n'est autre chose que la courbe charbonneuse. Nous venons de voir son apparition précoce. La seconde fusion de membranes, qui l'intéresse directement, ne marque pas le terme de son évolution. Ses ornements caractéristiques n'apparaissent, en général, chez le *Sporodinia*, qu'après la résorption de la membrane mitoyenne. Chez le *Spinellus*, la remarquable striation de la surface est déjà ébauchée à ce moment, mais elle s'achève après cet acte important.

» La seconde fusion de membranes, pas plus que la première, ne marque donc pas un cataclysme dans l'évolution des enveloppes protectrices de la zygospore. La distinction établie, d'après des vues théoriques, entre la

membrane des branches copulatrices et la membrane propre de la zygospore n'est pas confirmée par l'observation. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la jaunisse de la betterave, maladie bactérienne.* Note de M. G. **Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« Dans une séance antérieure (¹), nous avons publié, M. Prillieux et moi-même, une première Note sur la jaunisse bactérienne de la betterave.

» Après des expériences répétées qui ont duré plusieurs années, je viens fournir aujourd'hui quelques données nouvelles sur cette maladie et en formuler le traitement.

» La jaunisse attaque aussi bien les betteraves sucrières que les fourragères. Localisée au début dans le nord de la France, on l'a vue depuis se répandre dans d'autres départements et vers le centre.

» La jaunisse de la betterave est caractérisée facilement par des taches irrégulières souvent confluentes qu'on observe sur les feuilles de betteraves et dans lesquelles le parenchyme prend une teinte verdâtre plus pâle. Les cellules, dans ces régions en partie décolorées, présentent des leucites à chlorophylle à contours moins nets, à coloration affaiblie; on y voit de nombreuses bactéries mobiles.

» Les racines et les pétioles portent dans leurs éléments ces mêmes bactéries, et les betteraves porte-graines sont également atteintes. On trouve aussi des bactéries dans les bractées et les calices qui formeront au fruit élémentaire, à l'akène, une seconde enveloppe en devenant concrescents entre eux.

» Le semis des graines atteintes, bien que la bactérie ne se montre pas dans la graine elle-même, peut produire, dans l'année qui suit la récolte de la graine, des pieds de betteraves atteints de la maladie. A partir de la quatrième annnée, après la récolte, ces graines prélevées sur pieds malades ne m'ont jamais montré par leur développement un seul pied présentant la jaunisse.

» Le semis de graines de première année contaminées ne m'a jamais donné un chiffre atteignant 20 pour 100 sur la totalité des pieds obtenus avec les graines mises en expérience. Par conséquent, en culture, la proportion devenant malade par ce procédé ne doit guère dépasser 1 à 2 pour 100, car l'opération du démariage supprime de nombreuses plantes. Cette proportion augmente bientôt, car la maladie, sans qu'il soit possible de préciser comment elle se répand exactement, gagne certainement de proche en proche. C'est un fait indéniable. Je n'ai pu déterminer le mode de pénétration de la bactérie dans le mésophylle de la feuille.

» Mais le procédé le plus actif d'extension n'est pas celui-là. La maladie se répand toujours plus gravement et plus vite lorsque des porte-graines attaqués se trouvent dans le voisinage de champs de betteraves de première année.

(¹) Séance du 8 août 1898.

» La maladie gagne dans la direction des vents dominants, les pieds atteints devenant eux-mêmes une source active d'infection, car la maladie progresse continuellement, même après l'arrachage des porte-graines et jusqu'à l'époque où les racines sont récoltées. Cette action des porte-graines est une notion courante chez les cultivateurs. J'en ai constaté maintes fois l'exactitude. Des expériences précises et répétées faites dans le jardin de la Station ont corroboré le fait.

» La bactérie se cultive dans différents milieux, bouillon de veau, jus de betterave peptonisé. On ensemence sans difficulté en se servant du pétiole. La bactérie est aérobie avec un voile faible, presque transparent à la surface. En vieillissant, le voile tombe au fond du vase, donnant un dépôt blanc sale très visqueux. Sur gélose, les cultures se disposent en plaques minces formées de colonies également à peu près transparentes, mates, à surface finement chagrinée, devenant rapidement confluentes. La bactérie se refuse à pousser sur milieux gélatinés. C'est là un caractère qui me fait penser que cette bactérie n'est pas décrite. Je propose de l'appeler *Bacillus tabificans* G. Delacroix. Elle se colore par les moyens ordinaires et ne prend pas le Gram. Elle est courtement ovale, comme forme, avec une dimension moyenne de $1^{\mu},5 \times 1^{\mu}$. Je n'ai observé ni cils vibratiles, ni production de spores.

» J'ai déjà rapporté des expériences d'infection en partant soit de cultures bactériennes, soit de feuilles malades. La culture à la deuxième génération perd tout pouvoir virulent.

» Les essais préventifs tentés sur les graines avant semis et sur les feuilles de plantes en végétation n'ont donné aucun résultat positif. Les graines avaient été immergées dans des solutions à différents titres de sulfates de zinc, de fer, de cuivre, d'acide phénique, de naphtol, de sublimé corrosif. Les feuilles avaient été traitées avec différentes bouillies cupriques, additionnées ou non de doses variables de sublimé corrosif.

» Le dégât consiste à la fois dans la diminution en poids des racines récoltées et dans l'affaiblissement de leur teneur en sucre. C'est une conséquence directe d'une assimilation réduite des matières de réserve dont les organes atteints sont le siège.

» Le traitement, purement préventif, se déduit naturellement des données précédentes. L'expérience a démontré qu'il était suffisant et actif.

» Il comporte les indications suivantes :

» 1° Employer un assolement au moins triennal;

» 2° Éviter de porter aux fumiers les feuilles malades et les enfouir directement;

» 3° Ne semer que des graines âgées de 4 ans;

» 4° Exclure absolument les porte-graines du voisinage des champs où l'on cultive la betterave. »

GÉOLOGIE. — *Sur les formations de la zone des quartzites et conglomérats inférieurs au Dévonien dans l'Oural du Nord.* Note de MM. **L. Duparc** et **F. Pearce**, présentée par M. Fouqué.

« La carte géologique de l'Oural (feuille Solikamsk par Krotow) figure, sous le nom de zone des quartzites et conglomérats cristallins, une large bande de roches détritiques qui vient à l'est des formations du Dévonien inférieur de la Kosva, et se termine en pointe vers le nord, en se rétrécissant graduellement. Cette zone est séparée de celle beaucoup plus puissante des schistes chloriteux, séricitiques, etc., qui vient plus à l'est, par une bande relativement mince de Dévonien moyen et inférieur. Sur la feuille Perm, par contre, les quartzites et conglomérats cristallins sont réunis aux schistes chloriteux, mais restent cependant toujours nettement séparés du Dévonien inférieur.

» Les observations que nous avons faites au point de vue tectonique confirment bien l'individualité de cette zone des quartzites et conglomérats, mais tendent par contre à établir qu'il n'y a pas, en dehors du faciès pétrographique, de raisons plausibles pour séparer ces formations de celles du Dévonien inférieur.

» Cette zone est formée par une série de voûtes anticlinales et de cuvettes synclinales constituées, les premières, par des quartzites compacts ou des conglomérats à petits éléments qui représentent le terme inférieur de la série; les secondes, par des roches détritiques diverses appartenant aux horizons supérieurs. Les quartzites compactes sont blanches, plus ou moins micacées en bancs lités d'une certaine épaisseur, elles alternent souvent avec des conglomérats quartzeux de couleur grise, blanchâtre ou violacée, à galets de quartz généralement petits; ces conglomérats sont probablement régionaux, car ils sont très abondants dans les parties septentrionales de la zone (Ostry, Tscherdinsky-Kammen), tandis qu'ils ne se retrouvent pas dans les anticlinaux qui viennent plus au sud (Aslianka, Adinoky, etc.). Nulle part nous n'avons trouvé de terme inférieur aux quartzites et aux conglomérats; les voûtes ne sont d'ailleurs jamais entamées très profondément. Quant aux formations schisteuses supérieures, on ne les voit affleurer que très rarement, par le fait qu'elles sont presque toujours couvertes d'épaisses forêts ou de marécages; néanmoins, nous avons pu en établir une bonne coupe le long de la cluse de la Kosva, au défilé du Touloum, le synclinal étant très abaissé à cet endroit et compris entre les anticlinaux du Dikar à l'ouest et du Sloudky à l'est. Lorsque l'on descend la Kosva entre les deux lignes de rapides, on observe d'abord dans le lit de la rivière et sur la rive gauche des quartzites et conglomérats du flanc occidental de l'anticlinal du Sloudky qui plongent vers

l'ouest; plus bas en aval on voit apparaître des roches quartziteuses et séricitiques très froissées, de couleur gris verdâtre, suivies par des types plus schisteux passant parfois à de véritables schistes séricitiques qui semblent d'apparence cristalline, qui sont tantôt lités en couches très minces ou, au contraire, en bancs plus épais. Ces roches renferment des petits lits de quartz et, détail typique, des lentilles de la grosseur d'un pois à celle de la tête, formées par une association intime de quartz et de sidérose; cette dernière en s'oxydant donne des taches ocreuses qui communiquent à ces roches un aspect très particulier. Ces formations deviennent de plus en plus schisteuses vers le haut et passent à des quartzites schisteuses gaufrées, de couleur verdâtre, qui ressemblent absolument à certaines variétés de quartzites schisteuses du Dévonien inférieur. Sur ces formations viennent alors des schistes argileux noirs très redressés qui forment le cœur du synclinal ; ces formations ne se distinguent pas des schistes argileux noirs du Dévonien inférieur. En continuant à descendre la Kosva on retrouve, symétriquement disposées, toutes les formations indiquées, plongeant cette fois vers l'est, et formant le deuxième flanc du synclinal. On peut donc établir ici la succession suivante de bas en haut :

» 1. A la base, quartzites compactes et conglomérats quartzeux à petits éléments;

» 2. Schistes quartziteux très compacts, plus ou moins séricitiques, très froissés;

» 3. Quartzites schisteuses toujours séricitiques, avec lit quartzeux et lentilles ou galets de quartzites imprégnés de sidérose. Cette formation passe à une espèce de conglomérat à cailloux de quartzite réunis par un ciment schisteux et séricitique.

» 4. Quartzites schisteuses gris verdâtre, à surface gaufrée, renfermant toujours plus ou moins d'éléments micacés ou séricitiques; ces roches sont analogues à certaines formations mises à la base du Dévonien.

» 5. Schistes noirs argileux, analogues à ceux du Dévonien supérieur.

» On voit donc qu'il semble y avoir une analogie complète entre les termes supérieurs de la série des roches qui forment la zone des quartzites et conglomérats cristallins et les termes inférieurs des roches qui sont à la base du Dévonien de la Kosva. Comme il n'y a pas de discordance entre les formations supérieures et inférieures de la zone des quartzites et que, malgré des recherches attentives, nous n'avons plus trouvé de dislocation entre le Dévonien et la zone des quartzites et conglomérats, on peut en conclure qu'il n'y a pas de raisons apparentes pour séparer les formations des quartzites et conglomérats de celles attribuées au Dévonien inférieur.

» Nous ajouterons que plusieurs batteries de puits faites dans la région des quartzites et conglomérats, en des points fort différents, ont montré la réapparition fréquente de roches analogues trouvées au Touloum; les schistes noirs et les variétés de quartzites schisteuses à nodules de sidérose ont été rencontrées beaucoup plus au sud, dans les synclinaux qui viennent à l'est de la grande chaîne de l'Aslianka. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure des Hohe Tauern (Alpes du Tyrol).* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le massif granitique et gneissique des Hohe Tauern, entre la Granatspitze et le Wolfendorn, est une longue et large voûte entourée, de tous côtés, par une couverture schisteuse métamorphique, la *Schieferhülle*. Tout autour du massif, les gneiss s'enfoncent sous cette couverture, et, entre celle-ci et ceux-là, la concordance est parfaite. A l'ouest de la vallée de la Floite, la voûte granito-gneissique se divise en deux voûtes secondaires, le Tuxer Kamm et le Zillertaler Kamm, séparées par une avancée, ou un golfe, de la *Schieferhülle* : ces deux digitations anticlinales *s'ennoient* rapidement vers le sud-ouest, le Tuxer Kamm un peu moins vite que le Zillertaler Kamm. Tout cela est connu depuis longtemps (¹).

» J'ai dit, il y a huit jours, qu'au lieu d'être, comme le croient la plupart des géologues autrichiens et allemands, une série sédimentaire régulière, la *Schieferhülle* m'a paru être une série complexe. Elle supporte, comme chacun sait, des lambeaux de calcaires triasiques ; mais elle renferme aussi, dans son épaisseur, des *lames* de calcaires et de quartzites triasiques, et les calcschistes (Kalkphyllite ou Kalkglimmerschiefer) qui forment l'étage supérieur de la série, et qui sont ainsi compris entre Trias et Trias, sont identiques à nos *Schistes lustrés*, et sont, au moins pour leur plus grande partie, plus jeunes que le Trias.

» Cette complexité de la *Schieferhülle* saute aux yeux, quand on relève la coupe des terrains entre le Wolfendorn et la Weissespitze, à l'extrémité ouest du Tuxer Kamm. Entre les gneiss de la Landshuter Hütte et les calcaires triasiques (d'âge incontesté) de la Weissespitze, on traverse successivement :

» 1. Marbres phylliteux, quartzites et calcaires du Wolfendorn ;

» 2. Micaschistes de la Flatschspitze ;

» 3. Quartzites et marbres phylliteux du Schlüssel Joch ;

» 4. Schistes lustrés de l'Amthorspitze.

» Les calcaires triasiques de la Weissespitze sont des marbres phylliteux, *identiques* au terme 3. Ils reposent en concordance sur le terme 4. Mais *les mêmes* marbres phyl-

(¹) Consulter le *Livret-guide du IXᵉ Congrès géologique international* (Vienne, 1903), et spécialement les fascicules relatifs aux excursions VIII et IX, par MM. F. Becke et F. Löwl. Toutes les observations que j'ai pu faire sur le terrain confirment, sauf quelques détails, celles qu'a publiées M. Becke : et c'est seulement dans l'interprétation des phénomènes que je me sépare du savant professeur de Vienne.

liteux, accompagnés des mêmes quartzites, reparaissent dans le terme 1; et ce terme 1 est lui-même une série ployée et écrasée, où les quartzites, les marbres phylliteux et les calcaires se répètent et prennent une allure lenticulaire. De sorte qu'il n'est pas douteux que ce terme 1 ne soit aussi du Trias, d'ailleurs replié sur lui-même.

» Or ce terme 1 (calcaires du Wolfendorn) se relie, sans aucune discontinuité, à l'Hochstegenkalk du Grünberg. La coupe de la *Schieferhülle* à Mairhofen ne diffère de la coupe ci-dessus que par la moindre épaisseur des *Schistes lustrés*.

» Entre le Pfitscher Joch et le Hochfeiler, c'est encore la même coupe, mais avec un plus grand développement des termes 2 et 4. Les micaschistes et amphibolites de la *Greiner Scholle* correspondent aux micaschistes de la Flatschspitze, et les calcaires de la Griesscharte aux marbres du Schlüssel Joch. Les *Schistes lustrés* de l'Hochferner prolongent ceux de l'Amthorspitze.

» Quel que soit le point où l'on aborde la *Schieferhülle*, en venant du massif granito-gneissique, on la voit se présenter comme un paquet d'*écailles* ou de *plis couchés*. Dans ce paquet, on observe, de bas en haut : une lame, parfois doublée, de Trias; une lame, parfois très épaisse, de gneiss et de micaschistes, probablement permiens; une deuxième lame de Trias; une série, parfois très réduite, parfois puissante de plus de 1000^{m}, de *Schistes lustrés* (mésozoïques, et peut-être, partiellement, néozoïques); enfin, une troisième lame de Trias.

» Et comme la *Schieferhülle*, avec cette même complexité, fait tout le tour des Hohe Tauern, par le Gross-Glockner, le Hoher-Tenn, et Krimml, je crois pouvoir, dès à présent, formuler cette conclusion, qui est de nature à changer profondément les idées généralement admises sur la structure de la zone centrale des Alpes orientales :

» Le massif cristallin, long de 85^{km} et large de 15^{km} à 18^{km}, qui comprend le Gross-Venediger et les hauts sommets de Zillertal, n'affleure au jour que grâce à une déchirure, ou à une *fenêtre*, ouverte dans un système de *nappes de recouvrement;* ce massif cristallin, qui est formé de gneiss et granites probablement permo-carbonifères (Zentralgneis), semble être, lui-même, la *carapace* d'une nappe inférieure, totalement enterrée. »

PÉTROGRAPHIE. — *Contribution à l'étude des roches sodiques de l'Est-Africain.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. Fouqué.

» M. A. Lacroix a montré, il y a quelques années [1], que la caractéristique de la région volcanique traversée par les cinquantes premiers

[1] *Comptes rendus*, 29 mai 1899.

kilomètres du chemin de fer de Djibouti à Harrar consiste dans le large développement de rhyolites alcalines apparentées avec les pantellérites et présentant fréquemment des pyroxènes et des amphiboles sodiques.

» Au cours d'une mission en Éthiopie, j'ai parcouru cette région et pu constater que des roches analogues s'observent sur de vastes espaces dans tout le désert Somali-Dankali, le Choa, et se prolongent jusqu'au nord des plateaux Gallas.

» Au point d'eau Hélabala, dans le désert Somali, j'ai rencontré de hautes falaises d'une roche rubanée, à lits alternant brun violacé et brun clair offrant les caractères généraux des rhyolites du voisinage de Djibouti, mais dépourvues de métasilicates déterminables.

» Pendant plus de 200^{km}, dans la direction du Choa, j'ai parcouru de grandes coulées de roches différant un peu des précédentes. Elles sont verdâtres, grossièrement fissiles, tantôt lithoïdes, tantôt vitreuses; dans le premier cas, elles renferment de nombreuses lithophyses blanchâtres et contiennent des enclaves basaltiques; dans le second cas, elles constituent de véritables obsidiennes, les unes sont vertes et parfois translucides, les autres sont brunes et renferment fréquemment, en très grande quantité, des sphérolites dont les éléments feldspathiques sont à allongement positif facilement isolable, atteignant la grosseur d'un pois.

» Les types lithoïdes sont à peu près les seuls à renfermer du quartz bipyramidé, dont les cristaux sont découpés d'anfractuosités arrondies. Les phénocristaux de feldspath sont vitreux et exclusivement alcalins : sanidine, sanidine sodique et anorthose dépourvue de macles de l'albite, caractérisées par les extinctions et l'écartement des axes. Ils sont accompagnés de divers métasilicates, de pyroxènes (diopside verdâtre, ægyrine-augite et ægyrine) et d'amphiboles; celles-ci sont au nombre de deux; la cossyrite brune, presque noire, et une amphibole monoclinique vraisemblablement alcaline qui ne répond à aucun type connu; elle possède, en effet, un allongement positif avec une extinction maxima de 7° dans la zone d'allongement. La bissectrice aiguë est négative avec un très faible écartement des axes optiques; le pléochroïsme est intense dans les teintes vertes et jaunes, avec $n_m > n_g > n_p$.

» Ces métasilicates sont très variables tant par leur proportion globale que par leurs proportions respectives; seule la cossyrite est constante.

» Quant aux éléments du second temps de cristallisation, en général de peu d'importance, ils sont constitués par des microlites et parfois des sphérolites feldspathiques ainsi que par des microlites *allongés* de pyroxènes et d'amphiboles sodiques.

» Ces roches se distinguent essentiellement de celles de la région de Djibouti, par ce fait que les éléments colorés y existent surtout sous forme de phénocristaux, alors que, dans les précédentes, l'ægyrine et la riebeckite ne se trouvent que dans la pâte de la roche et avec une structure pœcilitique.

» Le Tableau suivant donne les résultats des analyses que j'ai effectuées des types

les plus caractéristiques des rhyolites des environs de Djibouti et de celles provenant de divers points de la région que j'ai parcourue.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
Perte au feu...	1,0	1,1	1,4	0,0	0,2	0,4	2,2	0,9
SiO^2..........	75,9	76,0	71,4	69,1	68,5	72,9	71,7	66,5
Al^2O^3.........	11,5	12,7	11,8	10,5	12,1	12,4	14,2	18,9
Fe^2O^3.........	3,4	2,1	5,6	3,6	6,2	3,0	1,6	3,6
FeO..........	0,9	0,6	1,4	6,4	2,2	2,4	1,6	1,3
CaO..........	»	0,2	0,2	0,4	0,6	0,1	»	0,2
MgO..........	0,1	»	0,6	0,1	0,1	0,5	0,4	0,4
K^2O..........	4,4	4,2	4,3	4,3	4,5	4,3	4,6	4,5
Na^2O.........	4,0	4,0	4,2	6,2	6,1	4,4	3,8	4,8
	101,2	100,9	100,9	100,6	100,5	100,4	100,1	101,1
Densité....	2,60	2,59	2,49	2,51	2,47	2,46	2,42	2,65

» A, rhyolite du Hol-Hol, environs de Djibouti. B, rhyolite de Helabala. C, D, E, F, G, pantellérites. C, environs de Moullou. D, Fantalé (obsidienne verte). E, Tadetchamalka. F, Tcheffedonza. G, Baldji (obsidienne brune). H, microsyénite de Karsa.

» Les caractères minéralogiques, aussi bien que les caractères chimiques, conduisent à rapprocher ces roches du groupe de la pantellérite, caractérisé au point de vue minéralogique par la présence de feldspaths exclusivement alcalins, de pyroxènes et d'amphiboles sodiques (la cossyrite en particulier), au point de vue chimique par l'abondance des alcalis, la faiblesse de l'alumine, l'absence presque complète de chaux et de magnésie et la proportion variable, mais toujours élevée, de fer (avec prédominance de Fe^2O^3 sur FeO). Les analyses D et E montrent la prédominance de la soude sur la potasse, caractéristique des véritables pantellérites, tandis que dans les autres il y a à peu près égalité en poids entre les deux alcalis.

» J'ai recueilli à Karsa, sur le bord du plateau Harari, une roche différente des précédentes à aspect microsyénitique; elle est holocristalline et constituée par des feldspaths alcalins enchevêtrés, entourant des phénocristaux d'orthose plus ou moins orientés et pénétrés d'albite secondaire. Les microlites sont associés pœcilitiquement avec de l'aegyrine et de la riebeckite distribuées irrégulièrement dans la roche et donnant à celle-ci un aspect moucheté. Les intervalles intersertaux des feldspaths sont remplis par du quartz.

» Cette roche offre une grande analogie avec la païsanite. J'ai donné plus haut sa composition chimique; elle diffère de celle des autres roches de notre série par l'abondance de l'alumine et une proportion moins grande de silice. Je n'ai pu déterminer exactement les conditions de gisement de cette roche; elle est, dans tous les cas, antérieure aux pantellérites analysées, lesquelles renferment parfois des enclaves holocristallines qui peuvent lui être comparées.

» Indépendamment de l'intérêt intrinsèque que présentent les types décrits dans cette Note, il y a lieu de faire remarquer combien toutes les

recherches qui sont poursuivies depuis quelques années dans cette partie du continent africain tendent à montrer qu'elle constitue une vaste province pétrographique dans laquelle abondent les types riches en alcalis. »

PÉTROGRAPHIE. — *Les roches éruptives de l'île d'Eubée.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Fouqué.

« Au cours de mes études géologiques dans l'île d'Eubée, j'ai pu observer une série importante de roches éruptives intéressantes par leurs variétés et par les époques géologiques de leur mise en place.

» I. Période paléozoique. — Les temps paléozoïques ont vu la production de roches assez peu abondantes comme types.

» Je distinguerai :

» Granulites, microgranulites, porphyrites (andésites et labradorites antetertiaires), gabbros diabasiques et mélaphyres (basaltes antetertiaires).

» Les *Granulites* sont bien développées dans le massif d'Ibagios (région septentrionale) au nord d'OEdipsos-bains, sous la forme de dômes puissants recouverts par les arkoses et schistes des monts Galtzades. Elles montrent toutes les variétés possibles, depuis les formes pegmatitiques jusqu'aux formes aplitiques.

» J'ai recueilli dans la série dévonienne de Séta, près de Mamula, des blocs d'une *Microgranulite* que je n'ai pu retrouver en place. Cette roche avait déjà été signalée par Teller, comme étant en place dans cette région et, d'après la description qu'il en a donnée, je la considère comme identique à celle que j'ai observée. C'est une roche grise, à grands cristaux de feldspath altérés tranchant sur la couleur générale par leur teinte claire, avec des cristaux abondants de quartz bipyramidé.

» Les séries dévonienne et carbonifère sont également percées par des *Porphyrites* (andésites et labradorites anciennes), en dykes puissants qui ont fréquemment métamorphosé les terrains encaissants. Près de Bodino et de Gymna, les schistes sont transformés en cornéennes au pourtour des filons. Ces roches sont abondantes dans les régions de Séta, de Steni, d'Ibagios dans le nord de l'île et dans le sud (région du mont Ocha).

» Des dykes nombreux de *Gabbros diabasiques* percent les couches paléozoïques des monts Galtzades, de Séta et de l'Ocha. Ces roches sont ordinairement extrêmement altérées par le dynamométamorphisme, souvent rendues schistoïdes par laminage et montrent des structures d'écrasement remarquables. De plus, la transformation en tout ou partie du pyroxène en amphibole est générale. Parfois une partie de l'amphibole y paraît primaire (*Protérobases*). Ces roches présentent fréquemment la structure ophitique. J'ai recueilli également des échantillons de *Mélaphyres* dans les monts Galtzades.

» II. Période secondaire. — La période secondaire a été le théâtre

d'une grande activité éruptive; les roches basiques principalement sont puissamment développées.

» J'ai observé la série suivante (le trias étant mis à part) :

» Diorites, diorites quartzifères, diabases ophitiques, labradorites (porphyrites labradoriques), gabbros, gabbros-norites, lherzolites, harzburgites, dunites, wehrlites, picrites, bronzitites, diallagites, hornblendites.

» Je ferai remarquer qu'un grand nombre de ces roches ont été observées en Crète par M. Cayeux [1] et qu'il a été amené également à les rattacher à la période secondaire.

» Les *diorites* sont développées au Xeronoros, à Venchia, où elles se trouvent en filons coupant les amas de péridotites.

» Les *diabases* des monts Sukaron et Pyxaria percent nettement en filons puissants les calcaires cénomaniens qu'elles métamorphisent au pourtour. Elles passent souvent près d'Hagia Sophia à de véritables *labradorites;* ces roches sont fréquemment altérées, montrent souvent le phénomène d'ouralitisation du pyroxène. Je signalerai en passant leur richesse en fer titané associé au sphène (*leucoxène*).

» Les *Gabbros,* que je ne distingue des diabases que par leur structure, se divisent en deux grands groupes : les gabbros qui percent le Crétacé en dômes ou filons indépendants et ceux qui se trouvent régulièrement associés aux massifs de péridotites qu'ils traversent. L'apparition d'hypersthène les conduit parfois au *gabbro-norites.* Ces roches, par apparition ou disparition d'un ou plusieurs éléments, passent souvent aux péridotites par des transitions intéressantes.

» Les *Péridotites* forment d'immenses massifs intrusifs dans les terrains secondaires. Leur mise en place témoigne d'un long effort. La consolidation du magma dans l'écorce a dû être achevée vers la fin de la période infracrétacée, car à partir de ce moment les contacts métamorphiques cessent complètement. Mais la roche a pour ainsi dire continué à faire ascension à l'état solide, et, grâce aux mouvements précurseurs des grands plissements pyrénéens, les dômes ont été souvent introduits violemment dans les couches crétacées qui présentent à leur pourtour des phénomènes de dislocation typiques. Pendant le dépôt du flysch, les marnes profondes du magma ont été remises en communication avec l'extérieur et les grès et schistes de ce faciès sont remplis et métamorphisés par de nombreux petits dômes de péridotites.

» Les dômes de péridotites sont constitués par des roches passant indifféremment, et sur des espaces fort restreints, des lherzolites aux harzburgites, aux dunites, aux picrites (ces dernières étant plus fréquemment filoniennes), aux wehrlites et par ces dernières aux gabbros à olivine.

» De nombreux filons de bronzitites, diallagites, hornblendites traversent ces roches. Le fer chromé y forme des amas importants. Les produits d'altération serpentineuse sont très développés [2].

---

(1) *Les Eruptions d'âge secondaire dans l'île de Crète* (*Comptes rendus,* 23 février 1903).

(2) Dans un voyage que j'ai effectué dans le Pinde, j'ai revu, notamment près de

» Toutes ces roches présentent d'intéressants phénomènes de dynamométamorphisme.

» III. Période tertiaire. — Une période de calme dans l'activité éruptive semble s'être établie jusqu'au Pliocène. Alors les grandes fractures ont rejoué et sur le parcours de la caverne Vathya-Oxylithos s'est établi un centre éruptif qui paraît avoir évolué exactement comme un *cumulo-volcan;* c'est le massif volcanique d'Oxylithos.

» J'ai reconnu dans ce massif une série acide importante constituée ainsi :

» Dacites augitiques à hypersthène, hornblende, mica noir; andésites à hornblende; rhyolites; la série se termine par une labradorite augitique.

» IV. Période quaternaire et actuelle. — L'activité éruptive ne se manifeste plus que par des émissions thermales représentées par les sources d'Œdipsos qui ont édifié des tufs importants. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action morphogénique des muscles crotaphytes sur le crâne et le cerveau des Carnassiers et des Primates.* Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. Perrier.

« Chez l'homme, les crotaphytes sont minces, peu étendus (ils restent distants chez l'adulte à peu près de toute la largeur de la boîte cranienne) et ils sont par conséquent peu puissants. Au contraire, chez les Carnassiers, beaucoup de Singes, de Lémuriens et quelques Marsupiaux, ils sont, au moment de l'âge adulte, très épais, très étendus (se rejoignant très souvent sur la ligne médiane sagittale) et ils sont par conséquent très puissants; à l'état jeune ces animaux présentent la disposition humaine.

» Chez l'homme les circonvolutions du cerveau, quoique bien marquées et très profondes, ne s'impriment pas sur l'endocrâne de la voûte. Chez le chien et tous les autres animaux à crotaphytes puissants, leurs empreintes y sont très vigoureuses, et, chez certains Carnassiers à crotaphytes particulièrements puissants, non seulement l'endocrâne, mais l'exocrâne lui-même suit fidèlement leurs sinuosités (Mustélidés et plus particulièrement

Metzovo, de Janina, de Dervinon, les terrains secondaires percés par des roches identiques et dans les mêmes conditions que celles que je viens d'exposer. De même dans le nord de la Thessalie.

Loutre, Hermine, Furet, etc.). De plus, la paroi cranienne de l'homme est épaisse, celle des animaux à crotaphytes puissants souvent plus mince, parfois même transparente dans le cas de certains Mustélidés, par exemple.

» En présence de ces faits, j'ai été amené naturellement à supposer que le muscle crotaphyte des Carnassiers et des animaux similaires devait avoir exercé au cours de l'évolution de l'espèce, et devait exercer encore au cours du développement ontogénique de l'individu une compression véritable sur le crâne, qu'il enveloppe comme dans une sangle. Or, le crane reçoit, on le sait, de la part du cerveau augmentant de volume, une autre poussée très énergique de dehors en dedans. Il s'ensuit que la paroi cranienne est, chez les animaux du type carnassier, comprise entre deux pressions, et l'on conçoit alors sans peine comment il se fait qu'elle s'amincit et se moule sur les circonvolutions du cerveau. Chez l'homme, la paroi cranienne est soumise à la poussée du cerveau seule, la compression par les crotaphytes n'existant pas; c'est ce qui explique son épaisseur et l'absence des empreintes endocraniennes.

» J'ai voulu donner à cette manière de voir l'appui des arguments expérimentaux :

» α. Dans deux premières expériences, j'ai enlevé à deux jeunes chiens, peu de temps après leur naissance, leur muscle crotaphyte. L'examen anatomique pratiqué plusieurs mois plus tard me permit de constater que la région temporo-pariétale correspondant au muscle enlevé était sensiblement plus bombée que l'autre et les empreintes endocraniennes moins profondes. L'hémisphère cérébral lui-même était légèrement plus développé.

» β. Ayant amené chez un jeune chien peu de temps après sa naissance, par une vive irritation de l'exocrâne, un arrêt de développement de la boîte cranienne, j'ai constaté 8 mois plus tard que le cerveau, enserré pendant son développement dans une loge trop étroite, avait laissé sur l'endocrâne des empreintes d'une vigueur inaccoutumée.

» γ. Chez un quatrième chien enfin, ayant enlevé dans les mêmes conditions que précédemment une large portion de la boîte cranienne, j'ai constaté que, 11 mois après la mutilation, la paroi osseuse qui s'était reconstituée présentait des empreintes endocraniennes aussi nettes que celles d'une paroi cranienne normale.

» *En résumé :* 1° le crâne des Carnassiers semble être au cours du développement, pendant les premiers mois de la vie, comprimé de dehors en dedans par les muscles crotaphytes, et de dedans en dehors par le cerveau augmentant de volume. Il en résulte que l'endocrâne de la voûte se moule en creux sur la surface du cerveau.

» 2° Le crâne de l'homme, subissant seulement la poussée cérébrale de dedans en dehors, se dilate de plus en plus et son endocrâne ne présente pas d'empreintes de circonvolutions.

» 3° On peut, par conséquent, concevoir que la pression due aux muscles crotaphytes *est* et *a été* une sorte d'obstacle au développement cérébral. On sait, en effet, que les animaux à appareil masticateur bien développé et qui ont, par conséquent, tels les Carnassiers, des muscles crotaphytes considérables, ont un cerveau relativement réduit par rapport à ceux qui ont comme l'homme un appareil masticateur peu développé et des muscles crotaphytes peu puissants.

» Il n'est donc pas absurde de supposer que lorsqu'au cours de la phylogénie, par suite de conditions d'existence nouvelles, l'animal à crotaphytes puissants, voisin des Primates inférieurs actuels et qui devait devenir l'homme, a fait un moindre usage de ses mâchoires (organes lui servant primitivement non seulement à déchirer sa proie, mais à se défendre et à attaquer), ses muscles crotaphytes ont diminué de volume et de puissance et que cette diminution de volume a permis au cerveau, désormais libre de toute compression, de prendre le développement qu'on lui connaît.

» 4° Les résultats de cet ensemble de causes morphogénétiques (pression exercée par le muscle, poussée du cerveau) se seraient accumulés au cours de la phylogénie et héréditairement fixés. Toutefois ces causes agissent encore aujourd'hui, puisqu'en supprimant les muscles crotaphytes chez un animal donné, on modifie sa surface endocranienne et l'on augmente le volume du cerveau.

» Mon maître, M. Edm. Perrier, et moi-même avions déjà envisagé à maintes reprises la possibilité de ce processus morphogénétique (voir § 3° des conclusions), mes expériences actuelles viennent fournir des arguments sérieux à cette façon de comprendre la marche de l'évolution du crâne de l'homme. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Comparaison entre les effets nerveux des rayons de Becquerel et ceux des rayons lumineux.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier.

« I. Les rayons lumineux ont divers effets tropiques (*Société de Biologie*, 21 novembre 1903). Les rayons de Becquerel n'ont aucun de ces effets.

» Des Vorticelles viennent se fixer sur un tube de radium, comme s'il était vide. Des Planaires, des Aselles viennent se cacher sous ce tube, comme sous un caillou. Les Daphnies, au phototropisme positif, viennent se grouper autour du tube illuminé par la lumière solaire. Le radium ne gêne pas la sortie d'un Annélide tubicole. Aucun des nombreux animaux observés n'a fui la source radiante ou n'a été attiré par elle. Aucun d'eux n'a présenté de reculs à la limite d'une ombre obtenue au moyen d'un écran de plomb.

» Les effets sur les *Convoluta* sont curieux à considérer. Gamble et Keeble attribuent les mouvements oscillatoires à un effet tonique de la lumière. Je pense, au contraire, que ces mouvements ne sont qu'un souvenir de l'excitation rythmique du choc des vagues. Le différend est important au point de vue des théories de l'hérédité (*Bulletin du Muséum,* 24 novembre 1903). La lumière a sur ces vers deux effets tropiques : recul à la sortie du sable, vis-à-vis de la lumière ; orientation suivant les lignes de plus grande pente sous l'influence d'une augmentation de l'éclairement, d'où descente ; la lumière a aussi un effet tonique : après une période d'insolation, ces organismes passent à la condition de *light-rigor*. Le radium ne produit pas les premiers effets, mais détermine assez rapidement un état léthargique analogue. Seul, le radium peut arrêter les curieux mouvements spontanés des *Convoluta;* la lumière contrarie également ces mouvements (recul pendant l'ascension, arrêt par paralysie pendant la descente) ; donc il est impossible d'admettre que la lumière, agent paralysant, soit la cause de ces mouvements.

» II. Ainsi les rayons de Becquerel ont, comme les rayons lumineux, des effets toniques, conduisant rapidement à un état léthargique, analogue à celui de *light-rigor;* ces effets sont plus ou moins intenses suivant les espèces et les régions du corps.

» Pour un Annélide qui nage et erre parmi les rochers supra-littoraux, *Kefersteinia,* par exemple, l'état léthargique est obtenu rapidement (20^m, 1^h) ; il n'en est pas de même pour un petit *Scoloplos* vivant dans le sable (12^h). Le radium a été placé à l'entrée du tube de la *Lanice conchylega :* au bout de quelques instants, les tentacules de la Térebelle étaient rétractés et avaient perdu le sens tactile, tandis que les branchies ne subissaient aucune altération. De même les branchies de l'Arénicole ne s'altéraient pas au contact prolongé de la source radiante. Seuls, les tentacules tactiles, aussi sensibles que les téguments des Annélides supra-littorales, et comme eux très innervés, passent rapidement à l'état de *radium-rigor*.

» Il y a là un curieux contraste qui rappelle celui constaté par Danysz chez les Vertébrés supérieurs : le radium agit fortement sur la peau, faiblement sur le péritoine.

» Après une application sur la peau (observations personnelles), presque immédiatement apparaît une rougeur qui persiste un certain temps et qui est due à un trouble vaso-moteur, à une sorte de *radium-rigor* des vaisseaux de la peau ; la sensibilité

tactile semble diminuée. Mais six semaines après (fin mai) des troubles beaucoup plus profonds se produisent : boursouflure de l'épiderme, exfoliation; fin juillet, mêmes phénomènes; fin octobre, de même, mais cette fois il se forme une plaie qui simule une brûlure. D'autres applications déterminent seulement des poussées pigmentaires; sur un nœvus le pigment a été détruit.

» *En résumé*, sur les téguments (Vers, Amphibiens, Homme) l'action des rayons du radium est multiple : 1° ils agissent sur les filaments nerveux périphériques, ils produisent une sorte d'anesthésie qui peut entraîner chez les êtres et les organes aux fonctions extériorisées un état de fatigue, de paralysie, souvent suivi de mort; chez les Vertébrés l'action porte surtout sur les vaisseaux et les troubles vaso-moteurs (auxquels on doit attribuer les paralysies centrales) sont au premier plan; 2° ils modifient d'une façon durable les cellules épithéliales et par suite la croissance des épithéliums, qui se fait par poussées successives : à chaque poussée on observe des troubles qui entraînent parfois des plaies ressemblant à des brûlures; 3° ils agissent, enfin, sur la pigmentation. J'attribue une grande importance à cette dernière action : le pigment semble lui-même radioactif (Griffiths); le rayonnement d'un pigment paraît agir sur un autre pigment, et je suis arrivé à la conviction que c'est l'étude de la radio-activité qui donnera une explication vraiment scientifique des cas si extraordinaires de mimétisme : ressemblance d'une *Kallima* et d'une feuille. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence, dans l'organisme animal, d'une diastase à la fois oxydante et réductrice.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **J. Aloy**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 22 juin 1903) nous avons exposé les résultats de nos recherches sur quelques conditions de l'oxydation de l'aldéhyde salicylique par les organes et extraits d'organes animaux. Entre autres résultats, nos expériences nous avaient amenés à conclure que l'oxydation de l'aldéhyde salicylique se fait mieux dans le vide qu'en présence de l'air et que la présence d'une atmosphère d'oxygène pur diminue considérablement, et peut même empêcher, cette oxydation. Il faut donc admettre que l'oxygène nécessaire est emprunté à des combinaisons oxygénées que dissocie le ferment oxydant.

» Or, l'un de nous a établi, avec M. E. Gérard (*Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, 2e semestre, p. 56 et 164) l'existence, dans l'organisme

animal, d'un ferment soluble réducteur pouvant transformer les nitrates alcalins en nitrites. Il était permis de penser que l'oxygène ainsi enlevé aux nitrates devait servir à des oxydations concomitantes.

» Nous avons été conduits à examiner si ces deux diastases, oxydante et réductrice, n'étaient pas en réalité un seul et même ferment à la fois oxydant et réducteur.

» Les expériences que nous avons faites, et dont nous présentons aujourd'hui les résultats généraux [1], nous portent, comme on va le voir, à adopter cette conclusion.

» Nous avons étudié parallèlement l'influence de certaines conditions sur la réduction des nitrates alcalins et l'oxydation de l'aldéhyde salicylique par de l'extrait aqueux de foie de cheval.

» 1° *Influence de l'air et de l'oxygène.* — La présence de l'air, et mieux encore d'une atmosphère d'oxygène pur, entrave également l'oxydation de l'aldéhyde salicylique et la réduction du nitrate.

» 2° *Influence de la température.* — L'activité de l'oxydation et de la réduction augmente avec la température. L'optimum est entre 50° et 55°. A 60°, on constate un affaiblissement notable des deux actions. Toutes deux sont supprimées à 80°.

» 3° *Substances empêchantes.* — Il est certaines substances qui entravent, ou empêchent même complètement, la réduction du nitrate. Ces substances agissent de même sur l'oxydation de l'aldéhyde salicylique.

» Ainsi, *a* : Le sulfhydrate d'ammoniaque (sol. saturée), dans la proportion de 2^{cm^3} à 5^{cm^3} pour 100^g à 150^g d'extrait de foie, supprime complètement le pouvoir oxydant et le pouvoir réducteur de cet extrait.

» *b.* Le sulfocyanate d'ammonium, à la dose de 25, et même de 10 pour 100, empêche complètement l'oxydation et la réduction.

» *c.* La nicotine, ajoutée dans la proportion de 2^{cm^3} pour 100 à de l'extrait de foie, diminue à la fois son pouvoir oxydant et son pouvoir réducteur.

» 4° *Hiérarchie des organes.* — Enfin, il est à noter que les organes qui fournissent les extraits les plus oxydants fournissent également les extraits les plus réducteurs. Le foie, qui est l'organe le plus oxydant, est aussi le plus réducteur. Puis viennent le rein, le poumon, la rate, l'intestin grêle, le muscle, le cerveau. Le muscle et le cerveau, qui donnent un extrait absolument inactif sur l'aldéhyde salicylique, ne réduisent le nitrate que d'une façon inappréciable.

» En rapprochant tous ces faits, on voit que toutes les conditions qui favorisent ou empêchent l'oxydation, favorisent ou empêchent également la réduction dans des proportions sensiblement les mêmes.

---

(1) L'exposé détaillé de ces expériences paraîtra dans le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale.*

» Il paraît donc légitime de conclure à l'identité de la diastase oxydante et de la diastase réductrice. En réalité, il existerait dans l'organisme animal *un ferment oxydo-réducteur*. Nous savons que les éléments anatomiques n'ont à leur disposition que de l'oxygène combiné : ils vivent anaérobiquement (Armand Gautier).

» Le ferment en question, dissociant les combinaisons oxygénées, agit comme réducteur, et, portant l'oxygène libéré sur des substances oxydables, il agit comme oxydant. Ce double rôle nous le fait apparaître comme l'agent des échanges respiratoires élémentaires. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation forménique et le ferment qui la produit*. Note de M. **Mazé**, présentée par M. Roux.

« En décembre 1900, M. le Dr Roux me remit un flacon rempli d'eau et de feuilles mortes en pleine fermentation forménique, en me demandant de suivre la marche de cette fermentation.

» L'examen microscopique du liquide du flacon ou du contenu des cellules des feuilles laissait voir un grand nombre de formes microbiennes, mais il était bien difficile d'attribuer à l'une quelconque d'entre elles, en raison de sa prédominance, la production du gaz des marais.

» Une semence empruntée à cette culture, avec une autre tirée d'une parcelle de fumier bien décomposé, ont constitué le point de départ d'une série de cultures qui ont abouti à la découverte d'un micro-organisme particulier auquel il faut attribuer le dégagement de formène.

» Ce microbe se présente isolé, et alors il est sphérique, ou sous forme d'agrégats plus ou moins volumineux, d'un aspect mûriforme; rappelant une grosse sarcine, en raison de cette analogie je le désignerai provisoirement par le terme de *pseudo-sarcine*, car il ne semble pas que ses bipartitions se fassent suivant deux plans perpendiculaires.

» Il a été rencontré dans des cultures anaérobies réalisées en pipettes Roux, avec un milieu obtenu en filtrant le mélange suivant après un chauffage préalable à 120° pendant un quart d'heure.

Milieu I.

Feuilles mortes (marronnier) pulvérisées	50g
Phosphate d'ammonium	0,5
Carbonate de potassium	0,5
Eau ordinaire	500
Carbonate de calcium	2 à 3

» La présence de cet organisme coïncide toujours avec la production de formène.

» Si, au lieu du liquide obtenu avec le milieu I, on introduit le mélange entier à raison de 200$^{cm^3}$ par ballon de 250$^{cm^3}$, on obtient des cultures qui, au bout de 15-20 jours à 30°, fournissent, en 24 heures, 150$^{cm^3}$ à 200$^{cm^3}$ de gaz; la proportion de formène dans le mélange est alors égale à 65-66 pour 100; le dégagement se ralentit ensuite assez brusquement, pour continuer lentement pendant des mois et même des années. C'est dans ces cultures qu'on observe les plus belles poussées de *pseudo-sarcine*.

» Si l'on chauffe les cultures de 15-20 jours, on constate que la pseudo-sarcine est tuée par un séjour de 8 minutes à 60°; dans les cultures de 2 ans et demi elle résiste à cette épreuve; mais elle est le plus souvent tuée également à 70°.

» Les ferments qui l'accompagnent résistent, bien entendu; ceux-ci font fermenter le milieu précédent en dégageant seulement de l'acide carbonique et de l'hydrogène, tandis que, dans les cultures qui dégagent du formène, l'hydrogène est toujours absent.

» Si l'on analyse les cultures obtenues avec des semences chauffées, on trouve comme principaux produits des acides butyriqne et acétique. Après 1 mois de fermentation, on obtient les chiffres suivants :

	Acide acétique.	Acide butyrique.
Semences chauffées à 60°......	4,631 pour 1000	3,705 pour 1000
» » 90°......	4,768 »	3,483 »

» Ces corps sont absents dans les cultures qui ont donné du formène; ils ont donc disparu, car ils y ont pris naissance, puisque les ferments butyriques y étaient présents.

» Il en résulte que la fermentation forménique se greffe sur les fermentations butyriques et s'alimente aux dépens des produits fournis par ces dernières, y compris probablement l'hydrogène.

» Si ces déductions sont exactes, la production de formène doit être observée dans des milieux privés de substances hydrocarbonées. Le milieu suivant donne en effet un dégagement de CH^4.

Milieu II.

Bouillon Martin..................................	500
Eau ordinaire..................................	500
Acétate de potassium..........................	1
Butyrate de sodium............................	2
Phosphate d'ammonium.........................	1
Carbonate de calcium..........................	5

» La richesse du mélange gazeux en formène atteint 81 pour 100; le reste est du CO^2; quelques cultures ont donné jusqu'à 90 pour 100 de CH^4; la *pseudo-sarcine* y est très abondante mais plus petite que dans les cultures faites avec le mélange I. L'origine du CH^4 ne peut donc pas être attribuée aux substances hydrocarbonées.

» Les essais d'isolement pratiqués avec le milieu II solidifié avec de la gélose ont donné des résultats positifs; mais jusqu'ici il n'a pas été possible d'obtenir de fermentations avec une semence pure de *pseudo-sarcine* même en employant des milieux préparés par une fermentation préalable du mélange I avec une semence chauffée à 70°. J'ai pourtant obtenu des cultures très actives en l'associant à deux bacilles sporogènes incapables de fournir, soit isolément, soit réunis, du CH^4. La richesse en formène du mélange gazeux fourni par cette association a atteint 80 pour 100. C'est donc la *pseudo-sarcine* qui est l'agent de la fermentation forménique.

» M. Omeliansky a déjà étudié un autre ferment forménique; c'est une bactérie à spore terminale [baguette de tambour (1)]; il semble donc que l'on puisse prévoir qu'il existe différentes formes microbiennes capables de produire du formène. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les tuberculines*. Note de M. **Béraneck**, présentée par M. Roux.

« Les toxines tuberculeuses sont multiples. Les unes, diffusibles, produisent chez les animaux infectés leur effet nocif à distance, principalement sur le système nerveux; les autres, plutôt adhérentes aux corps bacillaires, exercent une action de contact sur les tissus ambiants et provoquent de la part de l'organisme cette réaction de défense qui aboutit aux cellules géantes et aux tubercules.

» En étudiant chez le cobaye la marche de l'infection tuberculeuse, on constate d'une part que les toxines causent avec une certaine lenteur la déchéance physiologique de l'organisme, d'autre part que les bacilles de Koch exercent sur les phagocytes une chimiotaxie positive. Ces phagocytes englobent les bacilles, mais en général sont impuissants à les digérer. Pour enrayer l'évolution de la tuberculose, le problème consiste donc moins à neutraliser par des antitoxines les toxines sécrétées qu'à augmenter la

(1) *Archives des Sciences biologiques*, t. VII, p. 419.

résistance des phagocytes et à renforcer leur fonction bactériolytique. Je cherche à obtenir une vaccination directe de l'organisme pendant l'évolution même de la maladie. Cette vaccination exige un certain temps pour se réaliser, aussi s'obtiendra-t-elle plus facilement chez les espèces à tuberculose lente que chez celles à tuberculose rapide.

» Existe-t-il dans les milieux de culture ou bien dans les bacilles des substances vaccinantes? L'expérience physiologique seule nous permet de différencier les toxines élaborées par le bacille de Koch et d'en déterminer les propriétés pathologiques. Dans une étude de ce genre, il importe de se rappeler que les toxines contenues dans nos milieux de culture peuvent représenter aussi bien des modifications chimiques des substances constitutives de ces milieux que des produits de sécrétion des bacilles qui y sont cultivés. A des variations dans les conditions chimiques du milieu correspondent des variations dans les produits élaborés. Les transformations qui s'accomplissent dans les bouillons tuberculeux sont très complexes; mais il est un caractère qui nous renseigne sur la nature de certains échanges intervenus entre le bacille et son bouillon de culture, c'est la réaction chimique que ce bouillon présente une fois la croissance de la culture achevée. En ensemençant des bouillons très légérement alcalins au début, on constate après culture que la réaction du milieu est variable. Tantôt cette réaction est encore alcaline ou neutre, tantôt elle est devenue franchement acide.

» J'ai cherché les conditions qui favorisent la production de cette acidité. Ensemençons deux bouillons provenant de la même viande de veau. Un de ces bouillons n'est pas neutralisé et garde par conséquent son acidité première; l'autre est alcalinisé jusqu'à ce qu'il soit alcalin à la phénolphtaléine. Après 2 mois et demi de culture, ces bouillons sont filtrés et leur acidité titrée à la phénolphtaléine. Dans le premier bouillon, la production d'acidité a été nulle. Dans le second, fortement alcalinisé au début, l'acidité produite répondait à 20^{cm^3} de soude normale par litre. Cette expérience ne réussit pas toujours. En se servant comme indicateur de la phénolphtaléine, le milieu est trop alcalin et le bacille tuberculeux ne s'y habitue qu'avec peine. Il est préférable de se servir de bouillons auxquels on ajoute après neutralisation au tournesol de 5^{cm^3} à 7^{cm^3} de soude normale par litre. On peut ainsi acclimater le bacille de Koch à des milieux passablement alcalins et, en réponse à cet acclimatement, ce bacille élabore des produits spéciaux. J'ai cherché ensuite si ces faits se vérifiaient avec d'autres bases que la soude. L'hydrate de chaux m'ayant donné des résultats plus constants, j'opère comme suit. Je prépare un litre de bouillon de veau. Je prélève 600^{cm^3} de ce bouillon et, avant d'y incorporer la glycérine et la peptone, j'ajoute 400^{cm^3} d'hydrate de chaux fraîchement préparée. Après filtration, stérilisation, ensemencement, ces bouillons sont mis à l'étuve à 37°-38° pendant 2 mois à 2 mois et demi. Ils sont alors filtrés sur papier, neutralisés par de l'hydrate de chaux, filtrés sur bougie Chamber-

land, puis évaporés dans le vide à froid jusqu'à consistance sirupeuse. Je désigne les toxines ainsi obtenues sous le nom de *basitoxines* (TB).

» Les basitoxines ne suffisent pas à produire la vaccination cherchée, il faut les compléter par des substances tirées directement des corps bacillaires. Après de nombreux essais, je me suis arrêté au procédé suivant : les bacilles tuberculeux lavés à fond et séchés dans le vide sont traités au bain-marie pendant 2 heures à 70° environ par de l'acide orthophosphorique à 1 pour 100 (300^{cm^3} pour 7^g de bacilles secs). On agite fréquemment le ballon pendant l'extraction. Après refroidissement on filtre plusieurs fois sur papier. A chaque centimètre cube du filtrat répondent environ 2^{mg} de substances extraites des corps bacillaires. J'appelle les albuminotoxines ainsi obtenues *acidotoxines* (AT).

» Pour les usages thérapeutiques, je me sers d'un mélange à parties égales de AT et de TB préalablement diluées. L'action curative de ces toxines sera étudiée ailleurs. Ma tuberculine a été expérimentée sur le cobaye et sur l'homme. Jusqu'à présent, chez le cobaye, je n'ai jamais obtenu de guérison, mais seulement une survie des animaux traités allant de 1 à 5 mois. Depuis plus de 2 ans ces tuberculines sont essayées chez l'homme. Sur 90 malades, tant fébriles qu'afébriles, on a noté dans 60 pour 100 des cas traités une amélioration portant sur l'ensemble des signes pathologiques, malgré que les $\frac{2}{3}$ de ces malades fussent déjà arrivés au second et au troisième degré. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Ampoule de Crookes pour radiothérapie.* Note de M. **Oudin**, présentée par M. d'Arsonval.

« La situation des cancers de la langue, de l'utérus ou du rectum rend leur traitement par les rayons X à peu près complètement impossible. Profondément situés, protégés par des tissus superficiels sains, ou par des barrières osseuses aussi difficilement pénétrables que le bassin, on ne peut songer à les atteindre efficacement sans risquer des radiodermites graves.

» C'est pour obvier à ces inconvénients qu'a été créée l'ampoule de Crookes que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Elle est du type connu Chabaud-Villard, mais porte en face de l'anticathode un prolongement en doigt de gant dont la longueur peut être de 5^{cm} à 10^{cm}; son diamètre peut varier entre 15^{mm} à 35^{mm}, diamètres et longueurs en rapport avec la situation des parties à traiter. Toute l'ampoule est soufflée dans du verre très riche en silicate de plomb et très épais, par conséquent très peu traversé par les rayons X. Au contraire,

l'extrémité du doigt de gant est en verre ordinaire. On peut estimer, d'après des radiographies, qu'il passe par ce point environ cinquante fois plus de rayons de Röntgen que par une surface équivalente de l'ampoule.

» Nous pouvons ainsi porter ce prolongement au fond des cavités naturelles, bouche, rectum, vagin, et amener le foyer des rayons X jusqu'au contact des tissus malades sans risquer de léser les orifices, en faisant des expositions très courtes, de 30 à 60 secondes seulement, puisque nous réduisons énormément les distances.

» Tel que nous venons de le décrire, ce tube serait pourtant incapable de fonctionner en raison des étincelles qui, jaillissant entre ses parois et le patient, le mettraient de suite hors d'usage. Ces étincelles sont complètement supprimées par une gaine protectrice qui enveloppe le prolongement et qui est formée par un tube d'ébonite ou de celluloïd rempli de vaseline, de pétrole, d'essence de térébentine ou de tout autre liquide isolant. Cette gaine du prolongement lui est fixée par un pas de vis en ébonite luté sur le tube.

» Une couche de 2mm à 3mm du liquide diélectrique suffit pour permettre de plonger le tube dans une cavité naturelle sans qu'il se produise la moindre étincelle, même si l'ampoule est résistante.

» La partie terminale active du tube se trouvant ainsi à une distance constante des tissus malades, l'ampoule étant avec son osmorégulateur maintenue à une résistance déterminée par une étincelle dérivée, on n'a plus à s'occuper que des temps d'exposition.

» Pour que ce tube soit plus maniable il n'est pas fixé sur un support, mais porte à une de ses extrémités un manche en ébonite qui permet de le tenir comme tout autre instrument, le médecin le guidant avec la main pendant la durée de l'application. »

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.